



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Odontología

Unidad de Posgrado

**Resistencia del esmalte dental del tercio cervical frente  
a la disolución directa, estudio in vitro**

**TESIS**

Para optar el Grado Académico de Magíster en Estomatología

**AUTOR**

Santiago Alfonso RUIZ VERANO

**ASESOR**

Ana María DÍAZ SORIANO

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Ruiz S. Resistencia del esmalte dental del tercio cervical frente a la disolución directa, estudio in vitro [Tesis de maestría]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Unidad de Posgrado; 2016.

---



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**UNIDAD DE POSGRADO**

**ACTA Nº 018-FO-UPG-2016**

**GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN ESTOMATOLOGÍA**

En la Ciudad de Lima, a trece días del mes de diciembre del 2016, se reunió el Jurado Examinador de la Tesis titulada "RESISTENCIA DEL ESMALTE DENTAL DEL TERCIO CERVICAL FRENTE A LA DISOLUCIÓN DIRECTA, ESTUDIO *IN VITRO*", sustentado por el bachiller:

**SANTIAGO ALFONSO RUIZ VERANO**

para obtener el Grado Académico de Magíster en Estomatología; concluida la exposición, los miembros del Jurado Examinador formularon preguntas que fueron absueltas por el graduando y procedieron a la evaluación correspondiente, habiendo obtenido la siguiente calificación:

*Muy Bueno*

Escala

*17*

Número

*Diecisiete*

Letras

En tal virtud, firmamos la presente Acta en cuatro originales y damos por concluido el Acto Académico de Sustentación.

**Mg CARLOS HUMBERTO CAMPODÓNICO REATEGUI**

Presidente

**Mg. MARIETA PETKOVA GUEORGUIEVA DE RODRÍGUEZ**

Miembro

**Mg. CARLOS ALBERTO ARROYO PÉREZ**

Miembro

**Esp. ELVIS TERREL NAVARRO**

Miembro

**Mg. ANA MARÍA DÍAZ SORIANO**

Miembro Asesora

Escala de calificación

- ❖ Excelente 20, 19
- ❖ Muy bueno 18, 17
- ❖ Bueno 16, 15
- ❖ Aprobado 14
- ❖ Desaprobado 13 o menos

## **Título**

Resistencia del esmalte dental del tercio cervical frente a la disolución directa, estudio *in vitro*.

## Dedicatoria

A mi hermana Belda que descansa en el  
paraíso junto a Dios.

## Agradecimientos

A mis padres, Haydeé y Santiago, por el amor y el apoyo para realizar esta tesis.

A mis hermanos, Marlene y Waldo, por impulsarme a culminar este estudio.

A mi querida esposa Rosa del Rosario por estar junto a mí durante los momentos más difíciles de esta investigación.

A mi hijo Derek por su paciencia y sacrificio durante todo este tiempo.

A mi Asesora. La Mg. Ana María Díaz Soriano, Decana de la Facultad de Odontología de la UNMSM por su asesoramiento, ayuda y confianza durante el proceso de la elaboración de la investigación.

A la Ingeniera Janet Quiñones de la facultad de Geología de la UNMSM por su asesoramiento en el uso del Microscopio de Polarización.

Al Dr. Aldo Guzman Duxtan, docente de la facultad de Química de la UNMSM por su aporte en la preparación de una solución Orgánica e Inorgánica de Calcio, Fósforo y Flúor a 37 grados centígrados para esmalte dental humano in vitro.

A mi compañero de Promoción, CD Edwing Martinez Aguilar por su colaboración en el estudio fotográfico del esmalte dental humano desmineralizado.

Al Dr. Carlos Manuel Basulto Albuquerque por su apoyo en el diagnóstico de las desmineralizaciones naturales y artificiales del esmalte dentario .

# INDICE

## CAPITULO 1: INTRODUCCION

1.1 Situación Problemática	1
1.2 Formulación del Problema.	2
1.3 Justificación teórica	2
1.4 Justificación practica	3
1.5 Objetivos	3
1.5.1 Objetivo general	3
1.5.2 Objetivos Específicos	3

## CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Filosófico o epistemológico de la investigación.	4
2.2. Antecedentes de Investigación.	4
2.3. Bases Teóricas.	16
2.3.1 Métodos de Estudio del esmalte dental desmineralizado	16
2.3.2 <i>Óptica Mineral</i>	16
2.3.3 <i>Anatomía Dental.</i>	29
2.3.4 <i>Consideraciones Anatomofuncionales.</i>	32
2.3.5 <i>Esmalte Dental permanente Adulto.</i>	35
2.3.5.1 <i>Generalidades.</i>	35
2.3.5.2 <i>Porosidad.</i>	36
2.3.5.3 <i>Traslucidez</i>	37
2.3.5.4 <i>Desarrollo.</i>	41
2.3.5.5 <i>Composición Química.</i>	42
2.3.5.6 <i>Estructura Histológica.</i>	43
2.3.5.7 <i>Esmalte y Saliva: Reacciones Químicas</i>	
<i>Inorgánicas de los Líquidos Orales.</i>	49
2.3.5.8 <i>Transformación del esmalte dental permanente</i>	
<i>Con la Edad.</i>	54



2.3.5.9 Examen Macroscópico de su traslucidez según la variación del medio existente en sus espacios Inter cristalinos	56
2.3.6.0 Ácidos.	57
2.3.6.1 Pruebas de resistencia a la Desmineralización Del Esmalte Dental.	58
2.3.6.2 Disolución Directa u opacidad del Esmalte Dental in vivo e in vitro.	60
2.4. Marco conceptual o glosario de la Investigación.	62
2.5 Hipótesis	64
2.5.1 Hipótesis General.	64
2.5.2 Hipótesis Específica.	64
2.6. Variables	65

### **CAPITULO 3: METODOLOGÍA**

3.1 Tipo de Estudio	67
3.2 Diseño de Estudio	67
3.3 Población	69
3.4 Muestra	69
3.5 Procedimientos y Técnicas	70
3.5.1 Prueba de Resistencia del Esmalte frente a la disolución Directa.	70
3.5.2 Prueba de resistencia del esmalte frente al grabado ácido.	71
3.5.3 Fases para los procedimientos seguidos para la recopilación de información macroscópica.	71
3.5.4 Fases para los procedimientos seguidos para la recopilación de información microscópica.	71
3.5.5 Instrumentos macroscópicos de recolección de datos	

<i>utilizados.</i>	<i>72</i>
<i>3.5.6 Instrumentos microscópicos de recolección de datos utilizados.</i>	<i>72</i>
<i>3.5.7 Materiales</i>	<i>72</i>
<i>3.5.8 Criterios de clasificación de los grados de poro y traslucidez</i>	<i>73</i>
<i>3.5.9 Análisis de los datos.</i>	<i>74</i>
 <b>CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
 <i>4.1 Presentación de resultados, análisis e interpretación.</i>	<i>76</i>
 <i>4.2 Discusión</i>	<i>95</i>
 <b>CONCLUSIONES</b>	<i>97</i>
 <b>RECOMENDACIONES</b>	<i>98</i>
 <b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<i>100</i>
 <b>ANEXOS</b>	<i>104</i>

## **LISTA DE CUADROS: Capítulo 2**

- Cuadro 1: Índice de Refracción de varios Minerales bien Conocidos.
- Cuadro 2: Volumen de porosidad del Esmalte dental.
- Cuadro 13: Grado de porosidad del Esmalte dental.
- Cuadro 4: Efectos Ópticos del Esmalte Dental Según su maduración.
- Cuadro 5: Espesor y mineralización del Esmalte Dental Según su Maduración.
- Cuadro 6: Traslucidez del Esmalte Dental permanente joven, adulto y mayor.
- Cuadro 7: Resistencia a la disolución, translucidez y opacidad del esmalte dental  
Mediante la variación del medio existente en los espacios intercristalinos.
- Cuadro 8: Matriz orgánica.
- Cuadro 9: Matriz Inorgánica.
- Cuadro 10: Prisma del Esmalte.
- Cuadro 11: Cristal de hidroxiapatita.
- Cuadro 12: Composición Química de la Saliva.
- Cuadro 13: Operacionalización de Variables.

## **LISTA DE CUADROS: Capítulo 4**

- Cuadro 1: Traslucidez inicial por tercios horizontales coronarios en los grupos  
Experimentales y control.
- Cuadro 2: Resistencia del Esmalte en tercios horizontales y Grupos experimentales.
- Cuadro 3: Valores de Chi Cuadrado y de significancia según los tercios horizontales  
del esmalte.
- Cuadro 4: Resistencia del Esmalte (Opacidad) según Tercios Coronarios Horizontales y  
grupo Experimental.
- Cuadro 5: Valores de Chi Cuadrado y de significancia según los tercios horizontales  
del esmalte.
- Cuadro 6: Resistencia del esmalte (volumen de porosidad final) según tercios  
coronarios Horizontales, grupo experimentales y grupo control.

Cuadro 7: Valores de Chi Cuadrado y de significancia según los tercios horizontales del esmalte.

Cuadro 8: Grado de translucidez inicial en tercios horizontales del esmalte.

Cuadro 9: Grado de translucidez final en tercios horizontales del esmalte.

Cuadro 10: Cambios producidos entre la translucidez inicial y final.

Cuadro 11: Comparación de la translucidez dentro de los tercios cervicales.

Cuadro 12: Comparación de la translucidez dentro de los tercios medios.

Cuadro 13: Comparación de la translucidez dentro de los tercios oclusales.

Cuadro 14: Comparación de la translucidez entre tercios del grupo experimental.

Cuadro 15: Comparación de la translucidez entre tercios del grupo control.

Cuadro 16: Opacidad inicial por severidad y tercios.

Cuadro 17. Opacidad final por severidad y tercios.

Cuadro 18: Cambios producidos entre la opacidad inicial y final.

Cuadro 19: Comparación de la opacidad dentro de los tercios cervicales.

Cuadro 20: Comparación de la opacidad de los tercios medios.

Cuadro 21: Comparación de la opacidad de los tercios oclusales

Cuadro 22: Comparación de la opacidad entre tercios del grupo experimental.

Cuadro 23: Comparación de la opacidad de los tercios del grupo control.

Cuadro 24: Grado de porosidad inicial en tercios horizontales del esmalte.

Cuadro 25: Grado de porosidad final en tercios horizontales del esmalte.

Cuadro 26: Cambios producidos entre la porosidad inicial y final.

Cuadro 27: Comparación de la porosidad dentro de los tercios cervicales.

Cuadro 28: Comparación de la porosidad dentro de los tercios medios.

Cuadro 29: Comparación de la porosidad dentro de los tercios oclusales.

Cuadro 30: Comparación de la porosidad final entre tercios del grupo experimental.

Cuadro 31: Comparación de la porosidad final entre tercios del grupo control.

.

## **LISTA DE FIGURAS CAPITULO 2**

Figura 1. Fenómeno de birrefrancia.

Figura 2. Apatito, fosfato

Figura 3. Prisma del esmalte

Figura 4. Hidroxiapatita

Figura 5. Técnicas del Grabado Ácido

## **LISTA DE FIGURAS CAPITULO 4**

Figura 1. Traslucidez del esmalte dental frente a la disolución directa según tercio de la Corona del esmalte dental.

## RESUMEN

### RESISTENCIA DEL ESMALTE DENTAL DEL TERCIO CERVICAL FRENTE A LA DISOLUCION DIRECTA

#### ESTUDIO *IN VITRO*

El propósito del estudio es determinar la resistencia del esmalte dental frente a la disolución directa, en los tercios horizontales de la corona anatómica de piezas dentarias permanentes, evaluando su disolución según el cambio de translucidez como el aumento de su porosidad. Se utilizaron 30 tercios horizontales, cervical, medio y oclusal del esmalte dental de coronas anatómicas hidratadas de adultos jóvenes, correspondiente al grupo experimental (M1, M2, M3, M4 y M5), grupo control (M6, M7, M8, M9 y M10) que fueron sometidas al primer examen óptico macroscópico según la variación del medio existente en sus espacios intercristalinos donde se usó un lente magnificador 3x para conocer la translucidez inicial. Adicionalmente se utilizaron 15 tercios más de las muestras (M11, M12, M13, M14 y M15) para obtener datos que posteriormente puedan servir para otro estudio. Luego el grupo experimental y el grupo control fueron sometidos al proceso de caries artificial y al agua destilada respectivamente. El grupo experimental estuvo 90 días en una solución inorgánica y orgánica de calcio, fósforo y fluor a 37 °C. La solución ácida estuvo a un pH 5 y la solución neutra a pH 7; fue necesario el uso de una estufa de incubación. Después de 90 días el esmalte dental del grupo experimental y del grupo control fueron sometidos al segundo examen óptico macroscópico según la variación del medio existente en su espacio intercristalinos con el uso del lente magnificador 3x para conocer la translucidez final. Las muestras adicionales que posteriormente puedan servir para otro estudio (M11, M12, M13, M14 y M15) fueron atacadas con ácido ortofosfórico. Finalmente las coronas fueron cortadas a nivel de las opacidades inducidas para su prueba en el microscopio de polarización.

Los resultados macroscópicos del grupo experimental y del grupo control fueron: El esmalte dental del tercio horizontal cervical del grupo experimental obtuvo una translucidez final igual a la translucidez inicial después del uso de un sistema de caries artificial. El esmalte dental del tercio horizontal cervical, tercio horizontal medio y tercio horizontal oclusal del grupo control obtuvo una translucidez final igual a la translucidez inicial después del examen en agua destilada. En las muestras (M11, M12, M13, M14 y M15) se observó que el ataque ácido le disminuyó el brillo al esmalte dental y perdió translucidez.

Los resultados microscópicos en el grupo experimental al colocar el esmalte dental en el microscopio de polarización se observaron algunas zonas con pérdidas de translucidez debido al aumento de la porosidad del esmalte a consecuencia del uso de un sistema de caries artificial.

En el grupo control hubo una comprobación microscópica de la pérdida de mineral por caries dental natural previa al uso del agua destilada. En las muestras (M11, M12, M13, M14 y M15) se observó la erosión del esmalte dentario en forma uniforme en los tres tercios eliminando la translucidez en la superficie más exterior.

Conclusión la resistencia de los cristales de hidroxiapatita del esmalte aumenta de oclusal a cervical debido a la mayor presencia de esmalte aprismático en el tercio horizontal cervical. Según la translucidez que presente el esmalte dental es posible calcular la resistencia de los cristales de hidroxiapatita a los ácidos.

## ABSTRACT

### DENTAL ENAMEL RESISTANCE AGAINST THIRD CERVICAL DIRECT DISSOLUTION

#### STUDY *IN VITRO*

The purpose of the study is to determine the resistance of tooth enamel against direct dissolution in the horizontal thirds of the anatomical crown of permanent teeth, evaluating its dissolution according to the change of translucency as increasing its porosity. 30 horizontal, cervical, middle and occlusal thirds of the tooth enamel of anatomical crowns hydrated young adults, for the experimental group (M1, M2, M3, M4 and M5), control group (M6, M7, M8, M9 and M10 were used ) that they were submitted to the first optical macroscopic examination according to the variation of the existing environment in its intercrystalline spaces where 3x magnifying lens was used to make the initial translucency. Additionally 15/3 over the samples (M11, M12, M13, M14 and M15) to obtain data that can later serve another study were used. Then the experimental group and the control group were subjected to the process of artificial cavities and distilled water respectively. The experimental group was 90 days in an inorganic and organic solution calcium, phosphorus and fluorine at 37 ° C. The acidic solution was at pH 5 and at pH 7 neutral solution; It was necessary to use an incubator. After 90 days the tooth enamel of the experimental group and the control group underwent the second optical macroscopic examination according to the variation of the existing environment in its intercrystalline space with the use of magnifying lens 3x to receive a final translucency. Additional samples that can later serve another study (M11, M12, M13, M14 and M15) were attacked with orthophosphoric acid. Finally the crowns were cut at the level of induced opacities for testing in the polarizing microscope.

Macroscopic results of the experimental group and the control group were: Dentin cervical horizontally third of the experimental group had a final translucency equal to the initial translucency after the use of a system of artificial caries. The dental enamel horizontally cervical third, middle third and horizontally horizontally occlusal third of the control group received a final translucency equal to the initial translucency after the test in distilled water. In samples (M11, M12, M13, M14 and M15) showed that it decreased the acid attack dental enamel gloss and translucency lost.

Microscopic findings in the experimental group by placing the dental enamel in the polarizing microscope parts lossy translucency due to increased porosity enamel resulting from the use of a system of artificial cavities were observed.



In the control group there was a microscopic test of the loss of natural mineral dental caries prior to use distilled water. In samples (M11, M12, M13, M14 and M15) tooth enamel erosion was observed in the three thirds uniform way eliminating translucency in the outermost surface.

Conclusion resistance of hydroxyapatite crystals of enamel occlusal to cervical increases due to the increased presence of aprismatic enamel in the cervical third horizontally. According to present translucency tooth enamel it is possible to calculate the resistance of hydroxyapatite crystals acid.

## CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.

### 1.1- SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La enfermedad dental es resultado de la combinación de varios factores. Una misma agresión causal puede producir una gran variedad de respuestas debido a la diferencia en la resistencia del huésped <sup>1</sup>. Si la agresión o factor causal es un ácido, sobre el huésped, o porción del diente que está cubierta por esmalte, el efecto o respuesta es la desmineralización o disolución directa de éste, sin embargo un factor coadyuvante al deterioro o factor de riesgo, que disminuye la resistencia del huésped, sería el desgaste o abrasión de la apatita dental o superficie coronaria.

Para lograr la adhesión de algunos materiales a su estructura, no se ha considerado las variaciones en la distribución de la resistencia al ácido de la superficie coronaria, ni el desgaste que haya sufrido el mineral, antes del ataque ácido, debido al uso, tampoco se toma en cuenta la edad del paciente o grado de mineralización en el que se encuentra el esmalte al momento de proceder a colocar el ácido.; factor coadyuvante al deterioro. Igual puede suceder durante la práctica de la odontología preventiva o durante la odontología estética.

El esmalte dental aprismático o capa de Darling <sup>2</sup> es ligeramente más resistente al grabado ácido <sup>3</sup> sin embargo no requiere mayor tiempo de grabado” <sup>4</sup>. El esmalte dental presenta desgaste con el uso <sup>5</sup> por ejemplo los premolares inferiores del adulto en su “región” cervical presenta esmalte aprismático con una frecuencia de 97% mientras que en la “región” media y en la “región” oclusal la frecuencia del esmalte aprismático es de 61% y 59% respectivamente <sup>6</sup>.

El microscopio de polarización y un examen macroscópico de la translucidez, mediante la variación del medio existente en los espacios Inter cristalinos, pueden detectar zonas en el esmalte dental de mayor o menor resistencia a la disolución directa <sup>7</sup>. Un estudio *in vivo* sobre la resistencia a los ácidos del esmalte dental consiste en el uso de una técnica

colorimétrica <sup>8</sup>. Otros estudios han empleado métodos *in Vitro* para desmineralizar el esmalte dental usando varios modelos de pH cíclicos, una solución desmineralizante y saliva artificial <sup>9</sup>. Una prueba de laboratorio, de resistencia del esmalte dental a la disolución directa con el uso de una solución ácida por 35 minutos y de una solución neutra por 7 horas ambas a 37 °C; este sistema puede extraer mineral del esmalte o provocar aumento de su porosidad cambiando de este modo sus propiedades ópticas que son detectables con el microscopio de polarización y al examen macroscópico de translucidez <sup>10</sup>; sin embargo los tercios más resistentes a la disolución directa conservaran <sup>7, 11</sup> su translucidez.

El problema consiste en comprobar que, el tercio horizontal cervical del esmalte dental permanente adulto, de las superficies coronarias, que cuenta con mayor presencia de esmalte dental aprismático, es más resistente a la disolución directa que la superficie del tercio horizontal medio y la superficie del tercio horizontal oclusal que cuentan con menor, presencia de esmalte aprismático (factor coadyuvante al deterioro) debido al desgaste del mismo (variaciones en la distribución de la resistencia a los ácidos del esmalte dental).

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿Cuál es la resistencia del esmalte de los tercios horizontales frente a la disolución directa en coronas anatómicas de dientes hidratados?

## **1.3 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.**

- Explicar que el esmalte dental aprismático se desgasta con el uso en sentido ocluso cervical perdiendo todo el mineral cierto grado de resistencia a la disolución directa.
- Comprobar estadísticamente la superioridad, ante la disolución directa, que tiene del esmalte dental en el tercio cervical sobre el esmalte dental del tercio medio y el esmalte dental del tercio oclusal.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.

- Para la prevención de la caries dental y la estética dental al diferenciar la resistencia a la disolución directa de los tres tercios del esmalte dental, evaluando macro y microscópicamente su translucidez, su porosidad y la resistencia al grabado ácido.
- Señalar pautas para el cuidado del esmalte dental, el uso del flúor y el grabado ácido sobre él.
- Aplicar sobre el esmalte dental, en el laboratorio, dos pruebas prácticas de resistencia a la desmineralización, la primera con una solución en un modelo pH\_cíclico y la segunda con un gel grabador.
- Ensayar un modelo *in Vitro* para el estudio de la resistencia a la desmineralización de las superficies externas del esmalte dental.

## 1.5 OBJETIVOS:

### 1.5.1 OBJETIVO GENERAL:

Determinar la resistencia del esmalte dental frente a la disolución directa, según tercio horizontal de la corona anatómica de piezas dentarias permanentes.

### 1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Identificar la diferencia entre el grado de translucidez inicial y final del esmalte dental sometido a disolución directa y agua destilada mediante examen macroscópico en cada tercio coronario horizontal.
2. Identificar la diferencia entre el grado de opacidad inicial y final del esmalte dental sometido a disolución directa y agua destilada mediante examen macroscópico en cada tercio coronario horizontal
3. Identificar el grado de porosidad mediante el examen con el microscopio de polarización después de la disolución directa y el agua destilada en cada tercio coronario horizontal del esmalte.

## **CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO.**

### **2.1 MARCO FILOSÓFICO O EPISTEMOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN**

El estudio del esmalte ayuda a comprender algunos trastornos del desarrollo dental, el uso terapéutico del fluoruro de sodio, la remineralización y algunos efectos de las drogas sobre él. También sirve para valorar los estudios realizados con láser, con la microabrasión, con ácidos y blanqueamientos sobre este mineral con el fin de cuidar el esmalte dental y de mejorar su resistencia frente a las disoluciones ácidas y devolver su translucidez o estética en caso de manchas intrínsecas.

En la actualidad la tomografía de coherencia óptica de estructuras dentales (PS-OCT) que mide birrefringencia de dientes, logra medir la despolarización de la luz asociada, con la dispersión óptica para determinar la caries dental.

Hoy por hoy, la química de los fosfatos de calcio, para la preparación de biomateriales como la nanohidroxiapatita y nuevas cerámicas dentales; las células madre, la genética y la nanociencia mantienen el interés de los laboratorios y de las empresas encargadas de producir dientes sustitutos cada vez más mejorados para que puedan servir mejor a los pacientes.

Por lo tanto hoy no basta con conocer la estructura y la solubilidad del esmalte dental hay que saber controlar y prevenir el desgaste y la erosión dental y cualquier otro efecto adverso que pudiera atacar el mineral durante cualquier etapa de su existencia. Debemos proteger el esmalte dental de cualquier edad, en especial las superficies más externas, ya que allí se encuentra la capa de Darling, con el fin de lograr una sonrisa sana y con translucidez natural.

### **2.2 Antecedentes de la Investigación.**

MOYA SILVA, TAMARA Y CEVALLOS URBINA, RUTH (2016) Realizaron un estudio *in vitro* cuyo objetivo era evaluar el potencial de remineralización del fosfopéptido de caseína- fosfato de calcio amorfo fluorado (CPP-ACPF) sobre las lesiones cariosas incipientes con y sin acondicionamiento previo

de su esmalte. Se utilizaron 90 especímenes dentales, estos fueron sometidos a una solución desmineralizante para crear las lesiones insipientes y luego divididos aleatoriamente en tres grupos iguales para ser tratados con: grupo A (control), B (CPP-ACPF) y C (acondicionamiento ácido + CPP-ACPF) por treinta días, bajo un modelo de pH cíclico. El grado de remineralización se valoró al inicio y al final del tratamiento mediante fluorescencia láser utilizando el DIAGNOdent. Los resultados del análisis estadísticos a través de las pruebas de Kruskal-Wallis y Willcoxon mostraron que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos y dentro de los grupos ( $p=0.000$ ), el grupo C fue el que menor valor presentó. Se concluyó que el CPP-ACPF (MI Paste Plus) resulta ser efectivo en su capacidad remineralizadora cuando se aplica en conjunto con el acondicionamiento ácido previo de las lesiones insipientes.<sup>12</sup>

MACIAS CEBALLOS, SANDRA Y ROMERO MENA, PAOLA (2015)

Se determinó el efecto erosivo de tres bebidas industrializadas sobre la superficie adamantina de premolares permanentes extraídas sanas. Se realizó 4 grupos de estudio con 12 muestras cada grupo, fueron distribuidos de manera aleatoria: bebida Gatorade sabor a Apple Ice, jugo Natura néctar de naranja y bebida en polvo Tang Plus sabor a limón y más un grupo control. Los premolares fueron pesados en la balanza Mettler Toledo XS204, antes de iniciar el proceso experimental en termociclado; el cálculo de los ciclos se efectuó a partir de 100 ciclos que equivalen al consumo de dos vasos diarios que se consume dichas bebidas, es decir; se realizó en un día la simulación de 21 días del consumo de las bebidas ya mencionadas, es decir 2100 ciclos lo que significó que para simular un año se necesitaron 16 días, con un total de 33600 ciclos. Una vez finalizado se volvió a pesar las piezas premolares. El grupo jugo Natura néctar de naranja, produjo un mayor efecto erosivo con pérdida de masa en grupo de 565 mg; el grupo de bebida Gatorade con 437,1 mg y el que menos efecto erosivo produjo fue el grupo tang Plus 399,8mg.<sup>13</sup>

RAMIREZ ALTAMIRANO, CHARLES Y CHAVEZ ZELADA GERMÁN (2010) Realizaron un estudio cuyo objetivo era evaluar la micro dureza superficial del esmalte dentario antes y después de ser sometido a la acción in vitro de las nebulizaciones con salbutamol, terbutalina y oxígeno. Se realizó un estudio experimental, procediendo a la recolección de los datos antes y después de exponer la muestra a las nebulizaciones con antiasmáticos La muestra estuvo conformada por 30 piezas dentarias anterosuperiores divididas en tres grupos de diez, se realizó la medición de la microdureza antes de la exposición de los especímenes, después éstos fueron colocados en tres cámaras y expuestos a la acción de los medicamentos, midiéndose su microdureza después de cinco y diez días de haber sido expuestos. Para la comparación entre la microdureza inicial y las otras dos mediciones se utilizó la prueba de Wilcoxon y para la comparación de cada momento entre los tres grupos se utilizó la técnica del análisis de varianza. El tratamiento de los datos se efectuó a un nivel de confianza de 95% y con un margen de error del 5% .El resultado fue que no se halló diferencia estadísticamente significativa entre la microdureza superficial del esmalte inicial y las mediciones a los cinco y diez días en los tres grupos de estudio ( $p < 0,5$ ). Concluyendo que la mayor disminución de la microdureza superficial del esmalte se observó en los especímenes que fueron sometidos al oxígeno. <sup>14</sup>

FLORES CONCHA, PAULITA (2010) Realizó un estudio cuyo título es Nivel del pH salival en niños de 6 meses a 18 meses de edad con ingesta de leche evaporada modificada y leche materna. El objetivo fue determinar el nivel del pH salival en niños de 6 meses a 18 meses de edad con ingesta de leche evaporada modificada y leche materna, en el Programa Nacional Wawa Wasi del distrito de Villa María del Triunfo, según el tiempo transcurrido. La muestra estuvo conformada por 40 niños de 6 meses a 18 meses de edad, distribuidos en dos grupos: 20 que consumieron leche materna y 20 que ingirieron leche evaporada modificada. Se les dio a tomar la leche (evaporada modificada o materna y luego se midió el pH salival a los 5, 10 y 20 minutos con el papel indicador universal de pH "PAMPEHA).

Los resultados mostraron que los niveles de pH salival luego de los diez minutos eran diferentes entre los niños que se alimentaron con leche

materna y los que se alimentaron con leche evaporada, siendo el pH menor en los niños que ingirieron leche evaporada,  $p=0,045$ .

Concluyeron que el promedio de pH salival en niños que consumen leche evaporada modificada es menor que en los niños que consumen leche materna, luego de transcurridos 10 minutos de la ingesta.<sup>15</sup>

NICOLÁS SILVENTE ANA (2010) en Murcia en su Tesis doctoral: estudio *in vitro* Efecto de diferentes métodos de acondicionamiento del esmalte en el recementado de Brackets. En esta investigación hace una revisión didáctica y actualizada del esmalte dental: su composición química y su estructura histológica. Propone también la posibilidad de hacer estudios histológicos en piezas dentarias de bovinos para estudios *in vitro*.<sup>16</sup>

Se utilizó 135 incisivos bovinos. Al comparar el porcentaje de área ocupada por adhesivo en el diente en las distintas secuencias de cementado para cada procedimiento adhesivo, únicamente se detectaron diferencias significativas en el grupo II donde el porcentaje de área ocupados al adhesivo fue significativamente menor en la secuencia 3 que en las secuencias 1 y 2.

DELGADO MEJÍA EDGAR (2007). En sus dos investigaciones hechas en el mismo año:

- “Estudio de la disolución de piezas dentales humanas con o sin fluoruro por la acción de soluciones acuosas de fosfatos/síntesis y caracterización de fosfatos”
- “Estudio del efecto de soluciones de fosfatos de calcio sobre la velocidad de disolución del esmalte dental con o sin fluoruro” trabajo de química.

Hace mención de la influencia de los factores protectores y componentes cariogénicos.<sup>17</sup>

TORRES RODRIGUEZ CAROLINA. GRANADA. (2010). En su tesis doctoral: “Efectos microquímicos del peróxido de hidrógeno de alta concentración y ácido fosfórico sobre la capa superficial y subsuperficial del



esmalte bovino”. Refuerza el concepto del factor protector del ácido fosfórico junto con el peróxido de oxígeno del esmalte dental.<sup>18</sup>

MORALES R. ( 2010 ) realizó un estudio titulado “ Efecto Remineralizante del fosfato de calcio fosfopéptido amorfo en la lesión inicial de caries in Vitro “Que dio como resultado que las lesiones de caries artificial producidas in Vitro se muestran como lesiones continuas paralelas a la superficie del diente además concluyeron que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, en la lesión inicial de caries de esmalte, entre el fosfato de calcio fosfopéptido amorfo y el fluoruro de sodio”. Para este estudio se siguieron los siguientes pasos:

- A) Preparación del Esmalte Dental. Con la finalidad de comparar el efecto del fosfato de calcio fosfopéptido amorfo y del fluoruro de sodio en la profundidad del cuerpo de la lesión cariosa del esmalte se removió 200 micras de la superficie más externa del esmalte dental permanente con una hoja de lija de grano N° 600 sumergida en la solución formalina al 2% pH 7 de esta manera se obtiene superficies sin contaminaciones superficiales reproduciendo lesiones más confiables que las creadas en la superficie anatómica natural del esmalte, a fin de evitar interferencia de residuos en la superficie, las muestras fueron colocadas a vibración ultrasónica por tres minutos en la misma solución pura.
- B) Desmineralización del Esmalte. Para producir las lesiones cariosas artificiales iniciales del esmalte, se dejó suspendida la parte radicular, dejando sumergida la corona de las piezas dentarias de manera individual en 10 ml de una solución desmineralizante pH 5 similar a la descrita por ten Cate & Duijsters por 14 días (  $\text{CaCl}_2$  2.2mM,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  2.2mM, Ac. Acético/Acetato de Potasio 50mM.) Una vez que las piezas dentarias fueron desmineralizadas se seleccionaron dos áreas de  $3 \times 3 \text{mm}^2$  en la superficie bucal o lingual para los procedimientos de remineralización. El resto de la pieza dentaria fue cubierta con esmalte de uñas ácido resistente (Revlon, New York, USA)

C) Remineralización del esmalte:

- Preparación del sistema de pH cíclico de 10 días de ten Cate & Duijsters, utilizando una solución remineralizante ( $\text{CaCl}_2$  1.5mM,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0.9mM, KCl 130mM, buffer 20mM, FNa 2ppm) pH 7 durante 16 horas (efecto protector de la saliva) y una solución desmineralizante ( $\text{CaCl}_2$  2.2mM,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  2.2mM, buffer 50 mM) pH 4.7 durante 8 horas (desafío cariogénico), ambas a 37° C. Las soluciones fueron preparadas en el Laboratorio de Farmacotécnica de la Facultad de Farmacia de la UNMSM.
- El espacio correspondiente al grupo experimental fue utilizado para probar el potencial remineralizante del Fosfato de Calcio Fosfopéptido Amorfo, el cual se aplicó una sola vez según las especificaciones del producto (MI Paste TM). Se pinceló una capa que cubría toda la superficie del esmalte y se dejó en contacto por tres minutos, luego de los cuales se comenzó con el sistema de pH cíclico.
- El espacio correspondiente al grupo Control que fue cubierto una sola vez con fluoruro de sodio al 5% en la presentación de barniz (Duraphat R, Colgate Oral Pharmaceuticals Inc.) se pinceló la superficie experimental con una capa uniforme del barniz comenzando inmediatamente con el sistema de pH cíclico.

Las soluciones desmineralizantes y remineralizantes fueron cambiadas para prevenir el agotamiento o la saturación por acumulación de productos de disolución del esmalte. En cada cambio de soluciones, las secciones de esmalte fueron enjuagadas por 10 segundos en agua destilada y secadas con papel tisú.

Posteriormente, las muestras fueron seccionadas mediante un motor de alta velocidad con discos de carburundum de grano mediano hasta obtener secciones de 1 mm de grosor. Para obtener especímenes de 30  $\mu\text{m}$  de grosor se continuó con el desgaste de las muestras utilizando papel de lija en grano decreciente desde el N° 600, 800, y 1200.<sup>9</sup>

Cuyos resultados fueron: la media de profundidad del cuerpo de la lesión de caries del esmalte después de la aplicación del fosfato de calcio fosfopéptido amorfo fue de 107.46 diferente a 9.188 $\mu\text{m}$ . La media de la profundidad del

cuerpo de la lesión de caries del esmalte después de la aplicación del fluoruro de sodio fue de  $109.16 \pm 8.240 \text{ um}$ . Al comparar el efecto del fosfato de calcio fosfopéptido amorfo y del fluoruro de sodio en la lesión inicial de caries del esmalte, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.891$ )

YAMAZAKI (2007) Realizó otro estudio titulado Remineralización del esmalte bajo condiciones *in Vitro* con la finalidad de probar la hipótesis que las soluciones ácidas hipo saturadas con respecto al hidroxiapatito y sobresaturada con respecto al fluorapatito pueden realizar remineralización del esmalte por reducción de la remineralización de la lesión externa y promoviendo la penetración del ion mineral. Ellos usaron la micro radiografía cuantitativa para asignar los cambios minerales en las lesiones artificiales *in vitro* de la superficie y subsuperficial en el esmalte dental humano.

Inducidos por la solución ácida y por una solución remineralizante neutra, para las lesiones de la superficie, la extensión de la remineralización fue similar para ambas soluciones. Aunque una remineralización preferencial de la lesión exterior fue observada con la solución neutra. Para las lesiones de la superficie, una remineralización preferencial de la lesión exterior no fue observada con ninguna solución.

Sin embargo, la extensión de la remineralización de la lesión de la subsuperficie por la solución ácida fue significativamente más grande que la observada con la solución neutra. Los resultados obtenidos están indicando diferencias inherentes al tipo de lesión y de las propiedades de las soluciones en estudio.<sup>19</sup>

BURWELL AK. (2007 ) Realizó un estudio donde el objetivo fue establecer un modelo + para valorar la curación de la mancha blanca y usar este modelo para determinar el potencial de curación de un producto llamado Nova Min R a base de calcio fósforo silicato conteniendo una cinta o tira reabsorbibles de polímero con la finalidad de curar la mancha blanca.

Se usó coronas de bovino cuya superficie fue cubierta dejando una capa de esmalte sano de 5 por 5 mm a la intemperie. Las manchas blancas artificiales fueron creadas en el esmalte al sumergir las muestras en una solución desmineralizante pH 4.52 a 37 grados centígrados por 72 horas.

Para el tratamiento *in vitro* de las lesiones de mancha blanca se usaron cuatro productos que fueron:

Tira de polímero reabsorbible (hidroxipropil metil celulosa HPMC).

Nova Min R ( HPMC más 16% de Nova Min R )

Mi paste (10% de Recalentó CPP-ACP: Fosfato de calcio fosfopéptido amorfo).

El protocolo de tratamiento fue el siguiente:

30 minutos en la solución desmineralizante.

8 horas en saliva artificial a pH 7 a 37 ° C.

5 minutos en solución tratamiento.

La microdureza de la superficie fue medida en todas la muestras usando una carga de 100grs. por 15 segundos.

Los resultados indicaron que el esmalte fue drásticamente ablandado durante la formación de las lesiones de mancha blanca. El tratamiento con Nova Min R conteniendo la tira reabsorbibles endureció significativamente las lesiones de mancha blanca artificiales comparando con el polímero solo con tira reabsorbibles.

La conclusión fue que las lesiones de mancha blanca creadas en este modelo fueron severas y que para futuros estudios necesita un ajuste. Nova Min R con tira reabsorbible de polímero mostró potencial para la curación de la mancha blanca.<sup>20</sup>

SEBASTIAN PARIS (2007). Realizó un estudio cuyo fin fue comparar la eficacia de tres geles de grabado diferentes para remover la capa superficial en varios tiempos de grabado. Molares y premolares humanos extraídos, mostrando mancha blanca proximal, fueron cortados a través de las áreas desmineralizadas. 96 lesiones, en espera de un examen visual que se limita al exterior del esmalte, fueron seleccionadas.

La superficie de corte y la mitad de cada lesión fue barnizada. Esto sirvió de control. Posteriormente, las lesiones fueron grabadas con ácido fosfórico (37%) o ácido hidroclicórico (5 ó 15%) por 30 – 120 segundos.

Las muestras fueron examinadas usando microscopio y micro radiografía transversal. La reducción de la capa superficial fue significativamente incrementada en lesiones grabadas con 15% de ácido gel hidroclicórico por 30 y 120 segundos comparando con las grabadas con ácido fosfórico por 30 y 120 segundos. No hubo diferencias significativas con respecto de la profundidad de la erosión en la lesión al comparar con el esmalte sano. Una efectiva reducción en la capa superficial de la caries del esmalte natural puede realizarse por el grabado con 15% de ácido hidroclicórico gel por 90 – 120 segundos.<sup>21</sup>

SORADO L, MOURELLE R, GRACIA P (2007). “Alteraciones en la estructura del esmalte dental en niños que cursan con la aparición de manchas blancas”

Realizó la investigación para conocer las manchas blancas del esmalte, su epidemiología, clasificación, forma de presentación y posible etiología, dentro del conjunto de descoloraciones dentarias. Los resultados obtenidos se compararon con los obtenidos por otros autores, llegando a las siguientes conclusiones: 1) El sexo no parece ser un factor determinante claro en la aparición de estas alteraciones; 2) Los dientes más afectados son los primeros molares e incisivos centrales superiores permanentes y los caninos temporales, tanto en su tercio medio como en el incisal.<sup>22</sup>

ALVARADO E. (2004). En su tesis para obtener el grado de cirujano dentista: “Estudio clínico comparativo de dos técnicas utilizadas en el tratamiento de las manchas blancas en dientes permanentes jóvenes”. Concluyó que la técnica de microabrasión es más eficaz que la técnica de flúor en barniz, por presentar un alto porcentaje de frecuencia en la remineralización y eliminación de las manchas blancas severas.

Para el presente trabajo de investigación se seleccionó 162 piezas dentales permanentes jóvenes anterosuperiores y anteroinferiores que presentaban diagnóstico clínico de lesión de mancha blanca en cara vestibular, producida por caries dental.<sup>23</sup>

GISPERT E, CANTILLO E, RIVERO A, CRUZ M. (2001). En su investigación: *“REMINERALIZACIÓN IN VIVO DEL ESMALTE DESMINERALIZADO ARTIFICIALMENTE”* Se evalúa una técnica para medir la capacidad individual de remineralización en función del tiempo, de un área del esmalte previa y ligeramente desmineralizado de manera artificial por la técnica, para medir la resistencia del esmalte en 65 niños de 8 a 11 años. Se observó una variación significativa ( $p=0,001$ ) en el promedio de la capacidad individual de remineralización (CIR) a las 96 y 120 horas en relación con las 72 horas, equivalente a la elevación de la CIR, y un incremento significativo ( $X^2=p<0,001$ ) en el porcentaje de niños con buena CIR al transcurrir el tiempo. A las 120 horas, en la gran mayoría de los niños (93,4 %) se observó buena CIR, por lo que este sería el tiempo idóneo para medirla, pues tal vez los que presenten deficiencias en la CIR poseen mayor susceptibilidad a caries.<sup>24</sup>

SÁENZ L, SÁNCHEZ T. (1997): “Resistencia del esmalte en individuos carioactivos y libres de caries”

La técnica colorimétrica R.M. Sugiere ser un indicador que puede valorar la resistencia del esmalte a la disolución por ácido.

El propósito de esta investigación fue establecer la asociación entre diferentes condiciones de salud bucal y la resistencia del esmalte a la disolución ácida, utilizando esta técnica.

Se estudiaron 287 niños entre siete y 10 años de edad, elegidos a través de un muestreo aleatorio de conveniencia, el registro de caries dental se realizó a través del índice ceo-d y CPO-D, según recomendaciones de la O.M.S. La técnica R.M. se utilizó de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

La actividad de caries y la resistencia del esmalte a la disolución por ácidos no demostraron diferencias significativas en su distribución  $P > 0.05$ .

Los resultados sugieren que conforme aumenta la edad aumenta el número de niños con esmalte más resistente. La técnica presentó problemas tanto en su estructura como en su manejo. <sup>25</sup>

SANCHEZ T, SÁENZ L, GOMEZ M, QUIROZ J. (1995) Los propósitos fueron determinar la resistencia del esmalte permanente a la disolución ácida a través de la técnica\_colorimétrica (RM) y correlacionar los datos obtenidos con la prevalencia de caries. (*IN VIVO*). Se seleccionaron 271 niños entre los 7 y 9 años de edad, con los incisivos centrales permanentes erupcionados, y se les realizó el registro de los índices CPO-D y CEOD-D y la prueba de resistencia del esmalte RM a través de un muestreo probabilístico de conveniencia en dos delegaciones (seis escuelas públicas de distrito federal). De la muestra el 56.4% registró esmalte dental muy resistente, el 27.3% esmalte dental menos resistente y el 16.2% poco resistente. Los datos sugieren que la distribución de la resistencia del esmalte no es homogénea y que esta aumenta proporcionalmente conforme al tercio de erupción ( $p < 0.005$ ); el factor de correlación de Spearman fue negativo y estadísticamente significativo ( $p < 0.005$ ). La técnica RM demostró la existencia de individuos con diferente resistencia del esmalte a la disolución. <sup>8</sup>

GARRIDO J, MARTINEZ R, SALVADOR L, GARRIDO M, VALIENTEC, MARTÍN A. (1995) técnica láser para el tratamiento preventivo de la caries dental. Indican que con el láser hay posibilidades de modificar las propiedades físicas y composición química del esmalte dental y la dentina por medio de la re cristalización de sus estructuras y la volatilización de las sustancias orgánicas una vez irradiado e incluso, cambios en la estructura química del tejido.

El resultado final de estos cambios está dirigido a aumentar la resistencia del tejido a la acción de los ácidos cariogénicos.

El aumento de la resistencia se debe al parecer a varios factores como son: aumento de la dureza, baja de la porosidad y baja de la permeabilidad y la aparición de compuestos químicos más resistentes. <sup>26</sup>

GOMES D B, MARASS I. (1993). Variaciones significantes ocurren en la topografía del esmalte, después del ataque ácido en las diferentes regiones de los dientes. Principalmente en las superficies vestibulares de pre-molares cuando los comparamos con los incisivos las colocaciones ortodóncicas con profundidad de retención para las resinas compuestas en el esmalte aprismático es de apenas 5 um más cortos y menos numerosos en comparación con la profundidad del esmalte prismático que puede llegar a 50um la tentativa de remover la camada de esmalte aprismático con un prolongado tiempo de ataque ácido está contra indicada <sup>4</sup>

MENDES A M, BAGGIO P E, CHEVITARESE O. (1992). Realizaron un estudio cuyo propósito fue verificar con qué frecuencia se observa esmalte aprismático y en qué región de los pre-molares inferiores se encuentra en mayor cantidad. Concluyeron que:

- A) los primeros premolares inferiores analizados, la presencia de esmalte aprismático fue observada en 59.2% en las superficies de los tercios oclusales, 61.4% en la superficies de los tercios medios y en 96.8% en las superficies de los tercios cervicales, caracterizando un aumento progresivo de la cantidad en sentido ocluso cervical.
- B) La colocación de Bracket en el tercio cervical de esos dientes debe ser evitada, sustituyendo por arnés ortodónticos.
- C) El desgaste de la superficie del esmalte o el aumento del tiempo del ataque ácido para la remoción de la capa del esmalte aprismático no se justifican debido a los daños causados a esa superficie.
- D) Una cantidad de esmalte aprismático disminuye después de la erupción de los premolares por abrasión o fuerzas masticatoria, pero no se sabe hasta qué punto. <sup>6</sup>

THILSTRUP A, FEJERKOV O. (1988). Realizaron estudios de caries experimental en vivo donde establecieron tres (3) periodos de observación de la lesión de mancha blanca natural. En el primer periodo, que corresponde a la primera semana de estímulo cariogénico, no se observó macroscópicamente lesión de mancha blanca alguna en el esmalte dental ni con el secado con jeringa triple. La alteración, en este primer periodo es



microscópica. En el segundo periodo, después de 14 días de estímulo cariogénico en este modelo, la mancha blanca solo se ve después del secado con jeringa triple del esmalte dental. Y finalmente después de 21 días el tercer periodo de estímulo cariogénico se observa lesión de mancha blanca natural con el esmalte dental húmedo.<sup>7</sup>

## **2.3 BASES TEÓRICAS:**

### **2.3.1 Métodos de Estudio del Esmalte dental Desmineralizado**

De acuerdo con Pretty <sup>27</sup> existen 6 métodos de estudio del esmalte dental desmineralizado:

1. Microrradiografía transversal. ( laboratorio)
2. Visualización clínica o Examen óptico macroscópico. (clínica y laboratorio)
3. Estereomicroscopia. ( laboratorio)
4. Microscopia electrónica. ( laboratorio)
5. Cuantificación de la Fluorescencia inducida por luz. ( clínica)
6. Diagnodent ( clínica )
7. En el microscopio de polarización (laboratorio)

En el estudio se usó el microscopio de polarización.

### **2.3.2 OPTICA MINERAL**

#### **1.- Preparaciones minerales para estudios microscópicos**

**Tipo de Preparaciones.** Minerales transparentes se pegan generalmente a los cristales porta objeto con bálsamo de Canadá u otro material de montaje, transparente y similar. Las preparaciones, una vez montadas, se examinan con luz transmitidas en el microscopio polarizante. Una forma habitual de examen microscópico, empleada con los minerales transparente, incluye la utilización de secciones delgadas.

**Materiales para las secciones delgadas.** El primer problema reside en escoger el material y decidir la dirección del corte. Si ya se ha elegido una muestra adecuada para su efectivo estudio microscópico, tal muestra debe contener materiales de grano fino no estudiable a simple vista, estructura que se aclaren prontamente mediante el examen microscópico o algunas de las características secundarias tan efectivamente reveladas por la observación microscópica. La dirección en que la sección debe ser cortada, debe marcarse claramente en la muestra.

**La esquirra mineral.** El primer paso en la fabricación de una sección delgada incluye la preparación de una esquirra mineral con una superficie lisa apta para ser colocada sobre un portaobjetos.

**Corte de la esquirra hasta una sección delgada.** Se ha dedicado mucha atención al problema de producir una lámina delgada uniforme de 0,03mm a partir de una esquirra de algunos centímetros de grosor. En general, esto puede realizarse utilizando dos caminos. En el primer método, la esquirra es pulida en etapas sucesivas con carborundum y esmeril sobre una pulidora, de un modo similar al empleado para producir una superficie especular en la esquirra. En el segundo método, se corta la esquirra en una cierra cuidadosamente ajustada a unos 0,06mm y luego se termina en una pulidora hasta 0,03mm.

Cuando la sección ha sido pulida hasta su espesor adecuado, se la lava para librarla del polvo de la pulimentación y se la seca. Entonces se unta con bálsamo fresco la superficie de la lámina y se calienta y cubre con un cristal cubreobjetos (cuyo espesor es de 0,17mm o menor). A continuación es enfriada la preparación y disuelto con xilol el exceso de bálsamo que rodea el borde del cubreobjetos, siguiendo un lavado con kerosene. La sección delgada queda así protegida y lista para su utilización.

El bálsamo pre cocido debe ser calentado para el montaje a 100° C.

## 2.- El microscopio polarizante

**Características generales.** El microscopio polarizante se emplea universalmente para examinar los minerales transparentes. Es universalmente empleado para examinar tanto granos minerales, fragmentos y pequeños cristales como secciones delgadas de minerales, rocas y otros cristales. Es particularmente utilizado para determinar las propiedades ópticas de los cristales individuales o agregados y en la interpretación de texturas y relaciones varias de las sustancias naturales o artificiales, tal como aparece en las secciones delgadas.

El sistema de lente del microscopio polarizante se corresponde en muchos aspectos al sistema de lentes de los microscopios compuestos corrientes, pero contiene varias modificaciones que incrementan grandemente su utilidad para el trabajo con los minerales. Las características más distintivas son los dispositivos polarizantes y analizador, situados respectivamente debajo y en encima de la platina. Son asimismo característicos: La platina rotativa, los lentes amici-bertrand y varios accesorios tales como la lámina de mica, la lámina de yeso, la cuña de cuarzo y el compensador.

El microscopio polarizante, tal como se emplea en el examen de los minerales, utiliza indistintamente luz polarizada plana y luz con los planos de polarización cruzados. Para la inspección ordinaria hay un artificio polarizador inferior, colocado bajo el condensador, y el artificio polarizador superior se deja aún lado fuera de uso. Para el examen entre planos cruzados, se intercalan en el eje óptico placas polarizantes opuestas o prismas nicole en ángulo recto.

**Sistema Óptico.** El microscopio polarizante puede disponerse bien para observación ortoscópica o bien para observación conoscópica. La observación ortoscópica proporciona una imagen virtual con un campo plano del objeto sobre la platina del microscopio; los minerales pueden examinarse con luz polarizada simple o con los nicoles cruzados.

### 3.- Resumen de las propiedades de la luz

**Teoría sobre la luz.** Como resultado de las investigaciones, la explicación de la luz parece basarse en dos teorías aparentemente contradictorias: la teoría ondulatoria resulta más apropiada para la explicación de fenómenos tales como la reflexión, la refracción, la interferencia, la difracción y la polarización; mientras que la teoría cuántica encuentra mayor aplicación en los recientes descubrimientos en el campo de los rayos x, radiaciones y fotoelectricidad. Hablando de las dos teorías Einstein ha propuesto lo siguiente: tenemos buenas pruebas de que existen conjuntamente las ondas y las partículas. Nuestro esfuerzo actual reside en entender cómo es esto, en encontrar una teoría que unifique la naturaleza de la luz. Todavía no se ha encontrado la fusión de ambos puntos de vista esto es una cuestión científica para cuya resolución son imperfectos nuestros métodos actuales.

Nomenclatura en la teoría ondulatoria.

**Longitud de onda.** Distancia entre dos crestas o senos sucesivos, o cualquier otra distancia correspondiente a lo largo de la onda. Generalmente se mide en millonésimas de milímetros o milimicras.

**Frecuencia.** Número de vibraciones en una unidad dada de tiempo. En el caso de las ondas luminosas, varios trillones por segundo, en general.

**Rayo.** Trayectoria lineal seguida por la luz cuando se mueve desde un punto a otro en un medio dado. El rayo es perpendicular al campo eléctrico y es la dirección de propagación de la energía

**Índice de refracción.** El índice de refracción es igual a la relación entre la velocidad de la onda normal en el vacío y la velocidad de la onda normal en el medio, ya sea isótropo o anisótropo.

**Velocidad de la luz.** Las ondas luminosas se mueven en su dirección de propagación a una velocidad aproximada de 300 mil kilómetros por segundo.

**Color de la luz.** La intensidad luminosa de un rayo viene determinada por la amplitud de la vibración de su onda. La luz, cuando atraviesa los cuerpos, experimenta un cambio en su velocidad; por lo tanto, debe ocurrir el correspondiente cambio en la frecuencia o en la longitud de onda y dado que el periodo de vibración es siempre el mismo para un color dado, la mutación debe tener lugar en la longitud de onda. Esta diferirá para un mismo color en los diferentes cuerpos; así, el número de vibraciones por segundo o la frecuencia de las ondas que alcanzan el ojo determinan el color.

Las ondas luminosas visibles varían en longitud: las más largas corresponden al rojo y las más cortas al violeta.

La luz blanca, o luz ordinaria es una combinación de todas las diferentes longitudes de ondas, visibles para el ojo, en un efecto simultáneo. Cuando solamente se observa una longitud de onda la luz es monocromática o coloreada individualmente. La luz blanca puede considerarse como compuesta por siete colores, que se gradúan de unos a otros formando un espectro continuo. Los colores del espectro se representan frecuentemente por longitudes de onda, escogidas arbitrariamente, que corresponden a valores medios, como sigue rojo=700 millonésimas de milímetros, anaranjado=620 millonésimas de milímetros, amarillo=560 millonésimas de milímetros, verde=515 millonésimas de milímetros, azul=470 millonésimas de milímetros, añil=440 millonésimas de milímetros y finalmente violeta=410 millonésimas de milímetros.

#### 4.- REFRACCIÓN

Leyes de Esnell. Índice de refracción. Cuando la luz pasa oblicuamente de un medio a otro, en el cual se mueve a diferente velocidad experimenta un brusco cambio en su dirección este brusco cambio de dirección se conoce como refracción.

Se determina el índice de fracción mediante la distancia que recorre la luz, en un intervalo dado de tiempo, a través de una sustancia transparente en comparación con la que recorre en el aire.

La tabla siguiente da, como ejemplo, los valores de los índices de refracción de varios minerales conocidos.

CUADRO N° 1

INDICE DE REFRACCION DE VARIOS MINERALES BIEN CONOCIDOS.

Minerales	(Nap)	Índices de refracción
Fluorita	.....	$n = 1,4338$
	·	$n = 1,5533; n_w = 1,5442$
Cuarzo	.....	$n = 1,6585; n = 1,4863$
	.....	$n = 1,6461; n = 1,6417$
Culeita	.....	$n = 1,5301; n = 1,6816$
Apatita	.....	$n = 1,6850$
Aragonito.	Amarillo	$n = 1,7714$
	Amarillo	$n = 2,3692$
Granate (grosularita)		
Esfalerita		

Fuente: Kerr P. Mineralogía Óptica.

El cuarzo, la calcita y el apatito son minerales anisótropos con una serie de valores para el índice de refracción comprendidos entre  $n_e$  y  $n_k$ .

**Índice de refracción de los minerales anisótropos.** Los minerales pertenecen a dos clases ópticas: (1) Isotrópica y (2) Anisotrópica.

Los mineraloides tales como el ópalo y el vidrio, que carecen de estructura interna regular, y otros minerales tales como el diamante, el granete, la espinela, la fluorita, etc., que cristalizan en el sistema isométrico, son isótropos. Los minerales que cristalizan en los restantes sistemas cristalinos son anisótropos.

La luz que atraviesa los minerales anisótropos es doblemente refractada así, un haz de luz monocromática que pase oblicuamente desde el aire a un medio anisótropo, no solamente se inclina hacia un lado, sino que también se divide en dos rayos. Al mismo tiempo, cada uno de estos dos rayos se polariza, limitándose a un único plano de vibración. Además, cada rayo es refractado de distinta manera según los diferentes colores de la luz.

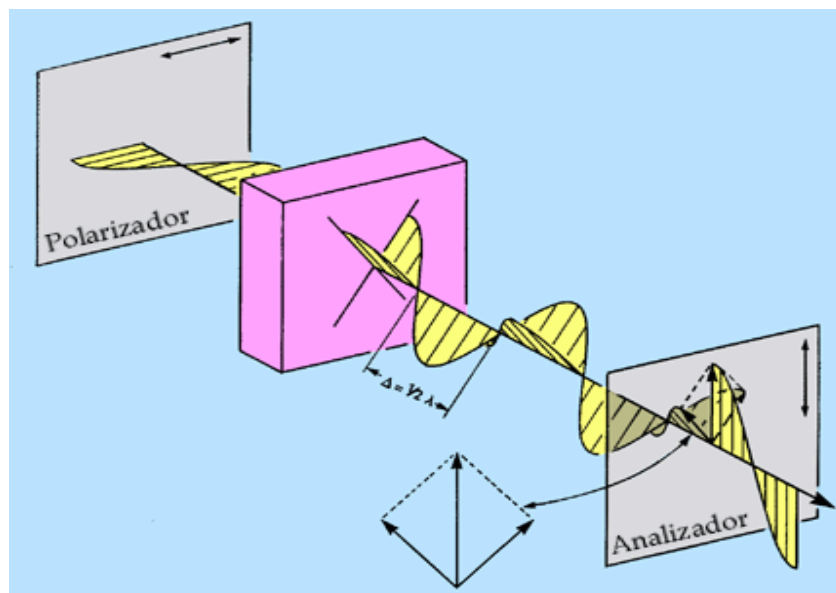
## 5.- LUZ POLARIZADA PLANA EN LOS MINERALES

**Luz Polarizada.** En todo lo anterior se ha supuesto con fines descriptivos que la luz puede considerarse como un movimiento ondulatorio. Esta condición persiste para la luz blanca ordinaria o para la luz monocromática de cualquier clase. También se ha supuesto que la vibración tiene lugar en todas direcciones alrededor de la línea de transmisión. Muchas veces, si embargo, se modifica la tendencia a vibrar en todas las direcciones y las ondas resultan, en su mayor parte, restringida a un único plano de vibración. Cuando la vibración está limitada de esta manera, se dice que la luz esta polarizada.

**Doble Refracción.** (Birrefringencia). Al pasar la Luz a través de un gran número de minerales transparentes es doblemente refractada en dos haces que vibran según planos que son aproximadamente perpendiculares entre sí. Los minerales transparentes con excepción de aquellos que cristalizan en el sistema isométrico (cúbico) y los minerales amorfos tienen doble refracción (anisótropo).

La calcita transparente, o espato de Islandia, es un mineral que suministra un buen ejemplo de la doble refracción y de la polarización que la acompaña. Los objetos vistos a través de un bloque rómbico de espato de Islandia aparecen dobles; el espato de Islandia es un polarizador natural.<sup>28</sup>

Figura N° 1: Fenómeno de birrefringencia



En la figura se ve a la luz pasando a través de una lámina mineral después de abandonar el nicol inferior. Dicha luz choca contra la cara inferior de la placa mineral vibrando en un solo plano. Cuando entra en la lámina la luz se divide en dos series de rayos; ambas están polarizadas, pero normalmente, y la luz se desplaza, en cada plano, con velocidad diferente dentro del mineral. Como resultado, cuando las dos series de rayos emergen por la cara superior de la lámina, una se ha desplazado más lejos que la otra. Ambas se desplazan según una línea recta en el analizador y continúan vibrando en ángulo recto.

Detecta una mínima pérdida de mineral.

El microscopio de luz polarizada está basado en los mismos principios y por la variación de la inhibición del medio, es decir, del índice de refracción de la solución en los espacios intercristalinos es posible obtener una valoración



muy precisa de la porosidad del tejido y distinguir entre las áreas con diferentes grados de porosidad dentro del esmalte.

Así, la valoración de la porosidad del tejido en el laboratorio, lo mismo que en la clínica, es un método muy importante para obtener información sobre la pérdida de mineral limitada <sup>7</sup>

**Prisma Nicole.** Los primas Nicole de microscopio polarizante se basan en el principio de doble refracción. En óptica se utiliza calcita clara y se fabrica el prisma pegando las dos partes con bálsamo de Canadá; estas dos mitades forman un prisma de tipo dibujado. La luz que entra por la base del prisma se divide en rayos ordinarios y extraordinarios; el rayo extraordinario tiene un índice de refracción de  $n = 1.516$ , el ordinario de  $n = 1.658$ . El índice de refracción del rayo extraordinario es próximo al índice de bálsamo,  $n = 1.537$ ; sin embargo, el rayo ordinario es considerablemente mayor. Ambos rayos chocan oblicuamente con el plano de unión de bálsamo excediendo la oblicuidad del rayo ordinario del ángulo crítico entre él y el bálsamo. En consecuencia, no es refractado a través del bálsamo, sino reflejado hacia un costado del prisma. El rayo extraordinario, puesto que no sobrepasa el ángulo crítico con el bálsamo, atraviesa el prisma con una ligera desviación.

El rayo extraordinario está polarizado en un solo plano de vibración. Y como la luz que sale del prisma está constituida enteramente por rayos extraordinarios, es luz polarizada plana.

**Interferencia entre Nícoles cruzados.** Cuando se superponen dos nícoles con sus planos de vibración normales entre sí, se dice que los nícoles están cruzados. En general, se utiliza en microscopio polarizante con los prismas en esta posición: Una vez ajustados, el plano de cada nicole permanece fijo, pero el nicole superior puede entrar o salir del tubo del microscopio. Los nícoles cruzados producen oscurecimiento cuando la platina está vacía o cuando contienen materiales ópticamente isométricos tales como el vidrio, el ópalo y los cristales del sistema de polarización isométrico. Los minerales que cristalizan en sistemas cristalinos distintos del isométrico son

anisótropos y en la mayoría de las posiciones dan lugar a una serie de colores de interferencia entre los nicols cruzados.

En el analizador, estos dos rayos se resuelven en un plano único. De esta manera, ambos rayos salen del analizador vibrando en un mismo plano, en consecuencia, cuando los rayos ordinarios y extraordinarios emergen del estabilizador, están en situación de interferencia y se observan los correspondientes colores de interferencia.

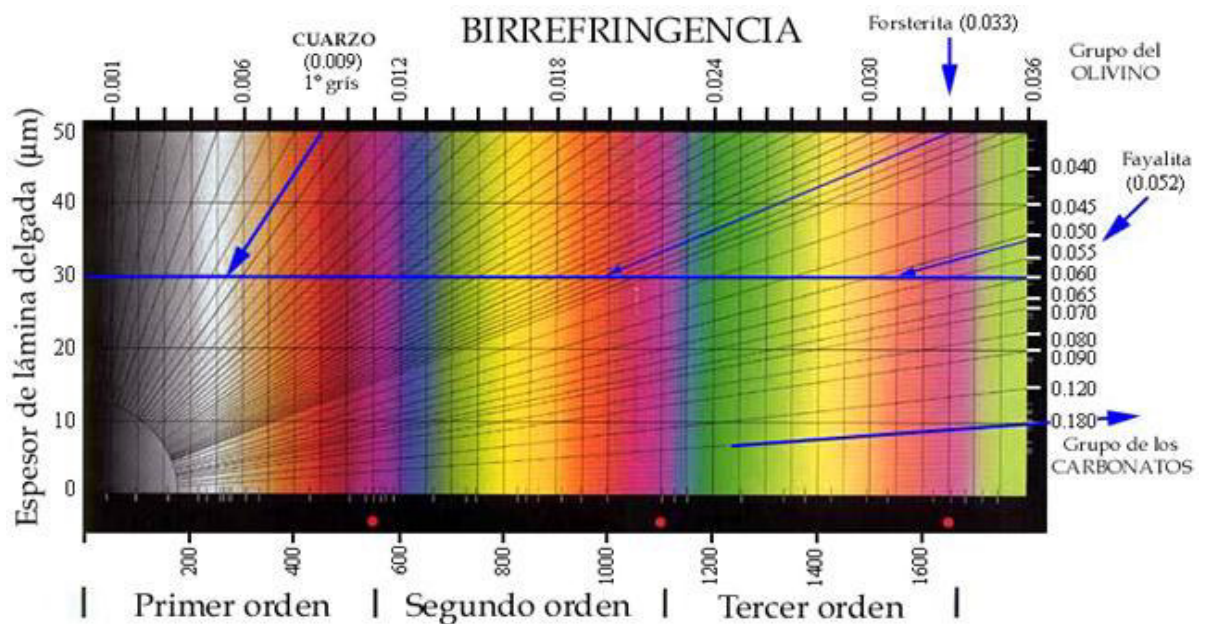
Cuando los rayos que atraviesan el cristal entran en el analizador, cada uno se desdobla en un rayo ordinario (w) y otro extraordinario (E), cuyas direcciones de vibración concuerda con los del analizador. Puesto que ambos rayos vibran en el mismo plano del analizador interfieren entre si.

**Colores de interferencia.** Si la lámina de mineral está situada con los planos de vibración paralelo y perpendicular a los planos del artificio polarizador, la luz no atraviesa el analizador y el mineral está en posición de extinción. Sí, por el contrario.

Se gira la placa hacia cualquier otro lado, el campo del analizador no seguirá oscuro, sino que se iluminará con los colores de interferencia. Dichos colores de interferencia varían con el grosor de la sección mineral, la naturaleza de este, la manera como se ha cortado la lámina y la luz empleada.

Si se modifica el espesor de la lámina mineral situada entre los nicols cruzados, permaneciendo constante la orientación, tiene lugar un cambio en el color de interferencia uno de los mejores ejemplos de este fenómeno se consigue con la cuña de cuarzo que acompaña al microscopio polarizante cada espesor da lugar a una banda de espesor de color a lo ancho de la cuña. Puede colocarse esta cuña de cuarzo en la platina del microscopio y moverla hacia atrás y hacia delante para observar las órdenes de colores debidos a la variación de espesor.

**Tabla de Michael Levi.** La combinación de longitudes de onda que pasan por el analizador produce los colores de interferencia, que dependen del retardo entre el rayo rápido y lento. El color de interferencia producido es dependiente de la longitud de onda de la luz que atraviesa el analizador y de las longitudes de onda que son anuladas. A sí se produce un rango de colores.



## 6.- LUZ POLIZADA CONVERGENTE

**Generalidades.** Para obtener las figuras de interferencia se utiliza en el microscopio una combinación conooscópica de lentes estas figuras son especialmente útiles para la determinación de las direcciones ópticas en los cristales su interpretación incluye algunos conceptos esbozados sobre la luz polarizada, combinados con el uso de la luz convergente.

Los minerales anisótropos dan origen a dos tipos de figuras de interferencia: uniáxicas y biáxicas. Los que cristalizan en el sistema exagonal y tetragonal son uniáxicos; y son biáxicos los que hacen en los sistemas rombicos, monoclinico y triclínico.

**Formación de figuras de interferencias.** Cuando la luz polarizada convergente pasa a través de una lámina de cristal anisótropo produce, entre nicols cruzados una cierta retardación.

## 7.-LA PLATINA UNIVERSAL

**Objeto.** La platina universal está proyectada de manera pueda inclinar el plano de una sección delgada formando diversos ángulos con la platina del microscopio, y contiene una serie de círculos graduados, que miden la posición angular de las secciones inclinadas. Cuando se añade el control de la temperatura puede emplearse la platina en la determinación exacta de los índices de refracción de fragmentos minerales con montaje líquido. Se emplea también en el análisis de la orientación de los cristales para la interpretación de la estructura o “petrofabrica “. Conjunto de la platina la platina universal está sujeta con tornillos a la del microscopio y el porta objetos descansa sobre una placa circular de cristal situada en el centro.

8.-CARACTERISTICA GENERALES: Color, modo de agregación (forma), exfoliación y orientación del esmalte dental.

**Color y pleocroísmo.** Aunque muchos minerales sean incoloros, el color, cuando existe, es una característica distintiva. Los minerales de color fuerte tienen más probabilidades de estar coloreados en sección delgada que lo de tintes pálidos.

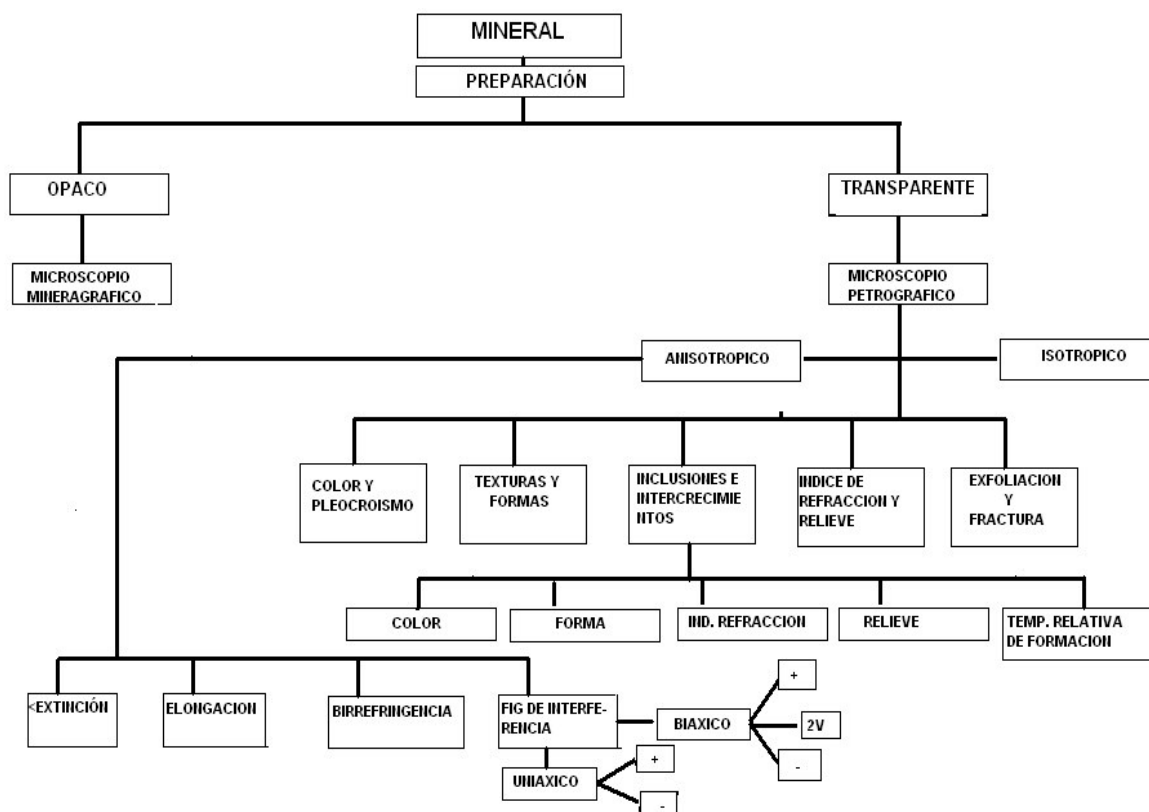
Los minerales que se muestran en su color natural están indicados en la tabla. Entre estos, los minerales isotrópicos no originan cambios de color cuando se les gira bajo luz polarizada; mientras que los minerales anisotrópicos exhiben en su color un cambio de varios grados cuando se gira la platina. Este cambio en el color es conocido por pleocroísmo. El color mineral natural se observa en secciones delgadas solamente con el polarizador.

**Forma o agregación.** Un número considerable de las formas producidas por los grupos de cristales observados en sección delgada y de cortes de los cristales individuales son tan característicos que ayudan a la identificación. Exfoliación imperfecta paralela a la longitud (1010). Orientación: los cristales tienen en general su longitud en la dirección del rayo rápido, pero algunos cristales tabulares la tienen en la del lento.

## 9.-Identificación Sistemática.

Tablas: La identificación de las especies minerales incluye procedimientos que han de repetirse muchas veces aunque se examinen solamente unas pocas secciones delgadas. Si se adopta una marcha sistemática, pueden evitarse muchos esfuerzos inútiles. <sup>28</sup>

Ruta para la identificación de minerales transparentes al microscopio polarizante.



Dado que las secciones delgadas, correctamente efectuadas deben tener un espesor aproximado entre 0.03 y 0.035 mm, puede estimarse la doble refracción a partir de los colores de interferencia, con referencia a las láminas de los colores de interferencia.

Los fosfatos sales o ésteres del ácido fosfórico, arsénico y vanadio, son solubles en los ácidos minerales, excepto los fosfatos neutros de metales alcalinos, que son solubles en agua.



Figura N° 2: Apatito, fosfato

Ejemplo de fosfato son el Apatito y la piromorfita.

### 2.3.3 ANATOMIA DENTAL.

El término para definir el proceso de trituración de alimentos es la masticación. Y la manera en que contactan los dientes mandibulares con los maxilares es llamada oclusión.

La dentición humana es denominada heterodonta, por estar conformada por diferentes tipos o clases de dientes que cumplen diferentes funciones en el proceso de la masticación; en comparación con la dentición homodonta, en la cual todos los dientes son de la misma forma y tipo. Este tipo de dentición se encuentra en algunos de los vertebrados inferiores.

Además, el hombre tiene dos denticiones separadas y, por eso, es bifrodonto; en comparación con la dentición de algunos animales, que son

llamados monofrodontos-cuando solo tienen un grupo de dientes- y polifrodontos-cuando tienen varios grupos de dientes (más de dos ) que se desarrollan de manera continua a través de la vida-.

Las dos denticiones del hombre son llamadas deciduas y permanentes. Cuando ambas están presentes, se denomina de transición o dentición mixta.

La dentición decidua o dentición primaria es la primera en erupcionar y permanece un tiempo; erupciona en la boca desde los 0 a los 2 años de edad. Normalmente hay 20 dientes deciduos en total. Se les dice también dientes de leche, dientes de bebé o dientes temporarios.

La dentición permanente es la segunda dentición o dentición adulta. Son 32 los dientes permanentes que erupcionan desde los 6 a los 21 años de edad.

Clasificación de los dientes permanentes: Cada cuadrante presenta 3 dientes de diferente tipo y función, ellos son:

1. INCISIVOS (2), uno central y otro lateral, son los dos dientes de cada cuadrante más cercanos a la línea media. Su función en masticación es cortar y partir.
2. CANINO (1), es el tercer diente desde la línea media en cada cuadrante. su función en la masticación es cortar, desgarrar y partir.
3. PREMOLARES (2) son el cuarto y quinto diente desde la línea media; su propósito es desgarrar y moler los alimentos.
4. MOLARES (3) sexto, séptimo y octavo dientes desde la línea media.

Son denominados primeros, segundos y terceros molares

El hombre tiene dos denticiones, una decidua o primaria y otra permanente; pero, a su vez tiene, tres periodos de dentición.

Estos periodos de dentición se resumen de la siguiente manera:

1. Periodo de la dentición decidua o primaria.
2. Periodo de dentición mixta y
3. periodo de dentición permanente.

Anatomía dentoalveolar.

A. Cada diente en la boca está soportado por hueso denominado proceso alveolar, en cuyo interior se encuentra una cavidad ósea que aloja al diente, llamada alveolo.

B. las características anatómicas del diente y sus estructuras de soporte son:

1. CORONA ANATOMICA, es la porción del diente que está cubierta por esmalte
2. CORONA CLINICA, es la porción de diente visible en la boca. La corona clínica puede o no responder a la corona anatómica, dependiendo del nivel del tejido blando que cubre al diente, cómo se puede ver de esta descripción. La corona clínica puede ser una entidad cambiante durante toda la vida, mientras que la corona anatómica es una entidad “constante”.
- 3.-RAIZ ANATOMICA, es la porción del diente que está cubierta por cemento dentario.
- 4.-RAIZ CLINICA, es la porción del diente que no está visible en la boca. Como la corona, la raíz anatómica puede o no corresponder a la raíz clínica.
- 5.-ESMALTE, es el tejido mineralizado que cubre la dentina de la corona anatómica del diente. Es el tejido más duro del cuerpo humano, pero es quebradizo, especialmente cuando no tiene soporte de dentina por debajo.
- 6.- DENTINA, es un tejido duro que forma la mayor parte del cuerpo del diente. Rodea la cavidad pulpar y está cubierta por esmalte en la corona anatómica y por cemento en la raíz anatómica. La dentina constituye la mayor parte del tejido dentario y, por su localización, no es visible en un diente normal.
7. CEMENTO, es la capa de tejido duro que cubre la dentina de la raíz anatómica del diente.<sup>29</sup> Recubre las raíces de los dientes humanos, su existencia fue demostrada microscópicamente por primera vez en 1835, por dos alumnos de Purkinge. Comienza en la porción cervical del diente, en el límite Cemento – Adamantino y continúa hasta el ápice.<sup>30</sup>
8. LINEA CERVICAL, es la línea identificable alrededor de la superficie externa del diente, donde el esmalte y el cemento se encuentran. Es también conocida como unión cemento esmalte (UCE). La línea cervical separa la corona anatómica de la raíz anatómica y es una entidad constante. Se encuentra localizada en el área generalmente conocida como cuello o cerviz.
9. UNION ESMALTE DENTINA (UDE), es la línea interna donde se juntan la dentina y el esmalte en la corona anatómica del diente.



Dentro de la nomenclatura dental, las superficies coronarias de los dientes se encuentran divididas imaginariamente en tercios horizontales y verticales.

Nota: el término cervical se refiere a la cerviz o cuello del diente o, en otras palabras hacia la línea cervical.

#### 2.3.4 CONSIDERACIONES ANATOMO FUNCIONALES

Casi todas las entidades de la naturaleza tienen una forma definida relacionada con su objetivo y su función.

Las tres principales funciones de la dentición humana, que están relacionadas con su forma, contorno y alineación son:

1. La masticación
2. La estética.
3. La fonética.

#### **Anatomía dental comparada**

Si comparamos, nuestra anatomía dental, con la de otros mamíferos entonces estaremos en la cima de la escala zoológica, el hombre ha evolucionado el más complejo mecanismo dental de todos los animales, siendo omnívoro. El Homo sapiens ha desarrollado los dientes para la masticación de carne y plantas.

**LOS LÓBULOS** son como simples divisiones anatómicas del diente usualmente separadas por canales o muescas primarias.

Dientes anteriores:

Todos los dientes anteriores están compuestos por cuatro lóbulos. Hay tres lóbulos labiales, llamados mesiolabial y distolabial, el lóbulo remanente está representado por el cíngulo, y es el llamado el lóbulo lingual.

Dientes posteriores:

#### **1 PREMOLARES:**

La mayoría de las premolares muestra 4 lóbulos, tres bucales y uno lingual. Ellos son mesiobucal, mediobucal distobucal y lóbulo lingual.

La única excepción en las premolares es la segunda premolar mandibular la cual, en la mayoría de los casos, presenta dos cúspides linguales.

#### **2 MOLARES.**

Los molares maxilares normalmente tienen cuatro lóbulos, dos bucales y dos linguales, llamados como las cúspides a las que representan.

### **Forma de la superficie coronaria.**

A. La configuración geométrica de todas las superficies coronarias (excepto la incisal y oclusal) pueden ser ubicadas en una de las tres categorías: triangular, trapezoidal y romboidal.

B. las superficies linguales y faciales (labial y bucal) de todos los dientes en el arco dental pueden ser descritas como trapezoidales. La parte incisal u oclusal forman la base del trapecio (Base Mayor), mientras que la cervical representa el lado paralelo más corto (Base Menor). Esta forma general permite que existan espacios interproximales entre cada diente adyacente, así como un área de contacto. Entre cada par de dientes antagónicos. Debido a que el lado más pequeño y paralelo es hacia cervical, hay un adecuado tejido óseo de soporte alrededor de las raíces de cada diente, así como una capacidad circulatoria abundante.

C. Las superficies mesial y distal:

1. En los dientes anteriores, las coronas tienen triangular, con la base triangular hacia cervical y la punta hacia incisal. El borde incisal delgado o puntiagudo, visto de mesial o distal, ayuda para morder y rasgar la comida, mientras que la base ancha cervical le da la fuerza a las coronas.

2. en los dientes maxilares posteriores, las coronas tienen superficies proximales que son trapezoidales en su forma, con la base hacia cervical y los lados a bucal y lingual, constriñéndose hacia oclusal. Esta forma genera ayuda durante la masticación, así como también sirve de ayuda al proceso de limpieza propia del diente.

3. En los dientes posteriores mandibulares, proximalmente son romboidales con la corona inclinada hacia lingual. Esta forma e inclinación permiten el adecuado engranaje de los dientes posteriores superiores e inferiores durante la masticación.

### **Áreas de contacto**

A. Cada diente es una unidad funcional con sus adyacentes y antagonistas por áreas de contacto comunes, con excepción del diente más posterior en cada arcada, el cual, por supuesto, tiene un solo punto de contacto mesial y una relación oclusal. Estos puntos de

contacto están siempre entre la superficie mesial de un diente y la superficie distal del diente anterior a este.

- B. La longitud mesio distal de la arcada dental continuamente se hace más pequeña debido a que los dientes se hacen más angostos mesiodistalmente, desplazándose mesialmente en dirección a la línea media.
- C. La adecuada localización de las áreas de contacto propicia la estabilización de los dientes en el arco dental como un todo
- D. La importancia de la adecuada restauración de las áreas de contacto implica también una adecuada localización en dirección inciso (ocluso) cervical y en dirección Facio lingual.
- E. Para lograr una adecuada localización de las áreas contacto se consideran reglas generales y específicas para cada diente permanente:
  - 1. Las áreas de contacto están más cervicalmente localizadas de anterior a posterior en cada cuadrante.
  - 2. En los dientes, el área de contacto distal normalmente tiene una localización más cervical que el área de contacto mesial.
  - 3. El tamaño relativo de las áreas de contacto se incrementa de anterior a posterior en cada arcada dental.
  - 4. los dientes anteriores tienen áreas de contacto que son, en general centradas en una dirección Facio lingual.
  - 5. en los dientes posteriores, las áreas de contacto, en general, Facio lingualmente, están localizadas ligeramente hacia bucal.

### **Curvaturas de la línea cervical**

La línea cervical o unión cemento – esmalte se define como la línea alrededor del diente donde el cemento y el esmalte se encuentran. Esta línea es una entidad estable, en contraste con la línea gingival, que puede ser cambiante.

La línea gingival, también llamada margen gingival o cresta gingival, se define como la línea que marca el nivel de terminación del tejido blando que rodea al diente. El nivel gingival es variable y usualmente está sobre la línea cervical en la vida temprana y con la edad se presenta recesión del nivel.

La línea gingival separa la corona y raíz clínica.

La línea cervical separa la corona y raíz anatómica.

El epitelio de unión es la unión real del tejido gingival con el diente.

El epitelio de unión normalmente se encuentra relativamente cercano a la UCE. Sin embargo, el epitelio de unión tiene una tendencia a moverse apicalmente, así que es a menudo localizado en el esmalte del tercio cervical de la corona en las personas jóvenes, pero en el cemento de la raíz en individuos de edad avanzada. En cualquier diente individual, la curvatura de la línea cervical parece estar relacionada con el ancho y largo de la corona, así como la localización de sus áreas de contacto proximal.

Algunas reglas generales de reconstrucción de las curvaturas de las líneas cervicales, en la dentición normal son:

1. La profundidad de curvatura de la línea cervical de cualquier diente es normalmente mayor en mesial que en distal.
2. La línea cervical en las superficies proximales adyacentes tiene aproximadamente la misma profundidad de curvatura.
3. La línea cervical es normalmente curvada (convexa) hacia apical en las superficies facial y lingual de los dientes.
4. La línea cervical es normalmente curvada (convexa) hacia incisal (oclusal) en las superficies proximales de los dientes.
5. La profundidad de la curvatura en todas las superficies es mayor en los dientes anteriores y decrece en dirección a los dientes posteriores.

29

### 2.3.5. ESMALTE DENTAL PERMANENTE ADULTO:

#### 2.3.5.1 GENERALIDADES

El esmalte, llamado también sustancia adamantina, es un mineral traslúcido birrefringente y presenta un brillo de coloración diversa o brillo no metálico que cubre a manera de casquete a la dentina en su porción coronaria. El esmalte dental es un sólido microporoso que se presenta húmedo en la boca y en constante intercambio de iones con la saliva. Además presenta transformación con la edad (desgaste o abrasión) y para describir la

aparición de la superficie del esmalte se adopta varios términos: vidriosa, resinosa, perlina, sedosa y diamantina.<sup>7,28,31 y 5</sup>

El esmalte dental formado básicamente por cristales de hidroxiapatita, susceptibles a los ácidos, más sus espacios intercristalinos (porosidad) llenos de agua y material orgánico, funciona como un sistema de fibra óptica, combinando la filtración y la difusión de los colores, a través de él así como introduciendo sombras y diversas tonalidades.<sup>32</sup>

### **2.3.5.2 POROSIDAD**

La porosidad o permeabilidad del esmalte dental sano es variable y está ligada a la cantidad de sustancia orgánica presente en su composición. La porosidad es directamente proporcional al tamaño del espacio intercristalino e inversamente proporcional a la edad del paciente. El aumento de la porosidad o incremento de los espacios entre los cristales, son un indicador de la pérdida de mineral o disolución del esmalte dental. La porosidad puede ser medida con el microscopio de luz polarizada que distingue entre áreas con diferentes grados de porosidad y/o agrandamiento de espacios intercristalinos dentro del esmalte. El volumen poroso del esmalte dental normal es de 0.1%.<sup>5, 33 y 7</sup>

La Permeabilidad es extremadamente escasa y se ha visto mediante marcadores radioactivos o radioisótopos que el esmalte puede actuar como una membrana semipermeable, permitiendo la difusión de agua y de algunos iones presentes en el medio bucal.

Se ha sugerido que existen vías submicroscópicas de transporte molecular, el agua actuaría como agente transportador de iones en la matriz adamantina. Se aprovecha este sistema submicroscópico de poros para llevar a cabo el primer nivel de prevención con el aporte de fluoruros.

Los iones flúor sustituyen los grupos hidroxilos del cristal de apatita y lo tornan menos soluble a los ácidos lo que hace más resistente la superficie externa del esmalte al ataque de la caries.

Otras investigaciones nos aportan que el esmalte posee la propiedad de una captación continua de ciertos iones o de moléculas existentes en la saliva esto solo ocurre en un pequeño espesor de la superficie (30um) mecanismo conocido como remineralización.

La propiedad de semipermeabilidad es muy reducida en los dientes viejos <sup>4</sup>

CUADRO N° 02

VOLUMEN DE POROSIDAD DEL ESMALTE DENTAL

	ESMALTE INMADURO O JOVEN.	ESMALTE MADURO O ADULTO.	ESMALTE MAYOR.
POROSIDAD O PERMEABILIDAD	ALTO	MEDIANO	BAJO

Fuente: Thylstrup, Gómez, Schwan, Borrel y Neus.

CUADRO N° 03

GRADO DE POROSIDAD DEL ESMALTE DENTAL

ZONA	VOLUMEN DE PORO	GRADO DE POROSIDAD
Intacta o Sana.	Menor 1%	I
Traslúcida	Mayor 1%	II
Oscura.	2 – 4 %	III
Cuerpo de la lesión	Mayor 5%	IV

Fuente: Thylstrup

### 2.3.5.3. TRASLUCIDEZ.

La translucidez o birrefringencia macro y microscópica, es una característica del esmalte dental, debido a que la estructura cristalina de sus prismas permite el paso de la luz, mientras que la sustancia orgánica presenta una elevada opacidad. Esto hace del esmalte dental un sistema específico para la reflexión, absorción y trasmisión de la luz.

La translucidez es inversamente proporcional a la porosidad del esmalte dental o al tamaño de los espacios intercristalinos.

Sabemos que la translucidez del esmalte dental depende de:

- El tamaño de los espacios intercristalinos y
- El contenido de estos espacios intercristalinos ( agua o aire )

Pero el grado de translucidez del esmalte dental es diferente en cada diente, y depende también del grosor o espesor del mismo, el cual determina la cantidad de blanco (valor) y la luminosidad del diente. A mayor grosor del esmalte, más denso es, y por lo tanto menos translúcido más luminoso.

La translucidez es directamente proporcional a la edad

En lo que respecta al esmalte dental, el brillo y la translucidez son los efectos ópticos más visibles. Estas propiedades están normalmente en relación con la edad del paciente. Se suele hablar de esmalte joven, adulto y mayor según tenga más valor y opalescencia y menos translucidez en uno joven a uno con poco valor y opalescencia y gran translucidez en un esmalte dental mayor.

#### CUADRO N° 04

##### EFFECTOS OPTICOS DEL ESMALTE DENTAL SEGÚN SU MADURACION

EFECTOS OPTICOS DEL ESMALTE DENTAL	MADURACION		
	ESMALTE DENTAL JOVEN	ESMALTE DENTAL ADULTO	ESMALTE DENTAL MAYOR
VALOR (cantidad de blanco)	ALTO	MEDIANO	BAJO
OPALESCENCIA (apariencia lechosa)	+		-
TRASLUCIDEZ	-		+
COLOR (croma o saturación de tono)	+	++	+++

Fuente: Thylstrup, Gómez, Schwan, Borrel y Neus.

El color, croma o saturación de tono, del esmalte varía entre un blanco grisáceo a un blanco amarillento,

En las zonas de mayor espesor (cúspides) tiene tonalidad grisáceo y donde es más delgado (cervical) presenta un color blanco –amarillento. Pero este color no es propio del esmalte, sino que depende de las estructuras subyacentes en especial de la dentina y a otras causas como impurezas finamente dispersas, imperfecciones estructurales, naturaleza de la superficie de fractura de exfoliación etc. Con la edad aumenta el color de los dientes, esto se debe a que el esmalte dental es reducido de grosor, debido al uso continuo del mismo, lo que hace resaltar el croma de la dentina.

CUADRO N° 05

ESPESOR Y MINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DENTAL SEGÚN SU MADURACIÓN

GROSOR O ESPESOR Y GRADO DE MINERALIZACIÓN DEL ESMALTE DENTAL.	MADURACION		
	ESMALTE DENTAL JOVEN	ESMALTE DENTAL ADULTO	ESMALTE DENTAL MAYOR
GROSOR o ESPESOR.( 1,000 micras en promedio)	+++	++	+
MINERALIZACIÓN	+	++	+++

Fuente: Thylstrup, Gómez, Schwan, Borrel y Neus.

El grado de mineralización del esmalte dental también interviene en la determinación de la cantidad de blanco (valor) del diente. Un esmalte poroso e hipo mineralizado (como el esmalte dental permanente joven) es más blanco y opaco que aquel que se encuentra liso y bien mineralizado. Tomando en cuenta lo anterior, en la clínica se toman tres tipos de valor de un diente: bajo, mediano y alto, lo que se corresponde con el esmalte dental viejo, adulto y joven.



Sin embargo, cuando hay extracción de mineral o disolución del esmalte dental se produce el agrandamiento de los espacios intercristalinos (porosidad) y el esmalte dental sufre un cambio en estas propiedades ópticas y la luz se dispersa y el esmalte se hace menos traslúcido o se torna opaco la cual es altamente visible en boca gracias al efecto aumentado del fondo oscuro de ella. <sup>11, 4, 34, 32,7</sup>

#### CUADRO Nº 06

TRASLUCIDEZ DEL ESMALTE DENTAL PERMANENTE JOVEN, ADULTO Y MAYOR.

	ESMALTE DENTAL JOVEN	ESMALTE DENTAL ADULTO.	ESMALTE DENTAL MAYOR.
MATRIZ ORGÁNICA.	+++	++	+
MINERAL.	+	++	+++
TRASLUCIDEZ.	+	++	+++

Fuente: Thylstrup, Gómez, Schwan, Borrel y Neus.

## CUADRO N° 07

RESISTENCIA A LA DISOLUCIÓN, TRASLUCIDEZ Y OPACIDAD DEL  
ESMALTE DENTAL MEDIANTE LA VARIACIÓN DEL MEDIO EXISTENTE  
EN LOS ESPACIOS INTERCRISTALINOS.

RESISTENCIA A LA DISOLUCION	GRADO DE TRASLUCIDEZ	CARACTERISTICAS	SEVERIDAD DE OPACIDAD
Resistencia Conservada (RC)	3	Traslucidez del esmalte dental alta o buena al tener los espacios intercristalinos llenos de agua o de aire. (Puede haber lesiones activas de caries a nivel subclínico).	NO (Normal)
	2	Traslucidez del esmalte intermedio o pérdida de la translucidez al tener los espacios intercristalinos llenos de aire luego de un largo secado (45 seg).	Leve
Resistencia Disminuida (RD)	1	Traslucidez del esmalte intermedia o perdida de translucidez al tener los espacios intercristalinos llenos de aire luego de un corto secado (5 seg.)	Moderado
	0	Traslucidez del esmalte dental baja o mala o perdida de translucidez al tener los espacios intercristalinos llenos de agua o aire.	Severo

Fuente: Thylstrup - FEJERSKOV

### 2.3.5.4 DESARROLLO

El desarrollo del esmalte dental humano o la formación y mineralización de la matriz orgánica, de las piezas permanentes empieza con el nacimiento y termina a los 16 años de edad, aunque cada pieza dental permanente desarrolla su esmalte aproximadamente en 7 años. Debido a que no todos los dientes permanentes empiezan juntos a desarrollar su

esmalte, se puede observar que mientras unos dientes recién están en el periodo de formación, otros ya están en el periodo de la mineralización o maduración del esmalte.

La amelogénesis tiene dos etapas, la formación y la maduración o mineralización de la matriz orgánica del esmalte. Hay periodos de formación de la matriz orgánica del esmalte dental y periodos de reposo pero en total la formación de la matriz orgánica del esmalte dental dura unos 14 meses aproximadamente

### 2.3.5.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA.

El esmalte adulto está constituido químicamente por una Matriz Orgánica 1.52% (peso), una Matriz Inorgánica 96%( peso) y agua 2.48%( peso).  
Cuadro N°3 y cuadro N° 4

CUADRO N° 08  
MATRIZ ORGÁNICA

PROTEINAS	58%	AMELOGENINAS(PROLINA)
		ENAMELINAS.
		AMELOBLASTINAS O AMELINAS
		TUFTRLINA.
LIPIDOS.	40%	TRIGLICÉRIDOS.
		COLESTEROL.
		ESTERES DE COLESTEROL.
AZUCARES	2%	

Fuente: Gómez y Bhaskar.

CUADRO N° 09  
MATRIZ INORGANICA.

SALES DE CALCIO	CARBONATOS.
	FOSFATO.
	SULFATOS.
OLIGOELEMENTOS.	F, Mn, Cu, Sr, Ba, Pb, Ra, Zn, K, Mg, Fe, Cd, Na.
OTROS	VANADIO Y MOLIBDENO.

Fuente: Gómez y Bhaskar.

La importancia o la función de la matriz orgánica del esmalte dental en el joven, adulto y en el viejo es mantener la porosidad o permeabilidad adecuada para la entrada y salida de los iones y sustancias necesarias para los procesos de des y remineralización. <sup>4</sup>

El esmalte recién elaborado, no maduro, tiene mucha sustancia orgánica, la que posibilita incluso su ulterior mineralización, y que a medida que ella se produce el porcentaje orgánico disminuye hasta estabilizarse en el 1.5%. <sup>5</sup>

Los cristales de hidroxiapatito constituidos por fosfato de calcio representan el componente inorgánico del esmalte. Dichos cristales son susceptibles a la acción de los ácidos. <sup>4</sup>

Agua que interviene en la difusión de moléculas <sup>4</sup>

### 2.3.5.6 ESTRUCTURA HISTOLOGICA

La estructura histológica del esmalte está constituida por la denominada unidad estructural básica (el prisma del esmalte) y por las denominadas unidades estructurales secundarias que se originan básicamente a partir de la anterior. <sup>35</sup>

LA UNIDAD ESTRUCTURAL BÁSICA DEL ESMALTE ESTÁ  
CONFORMADA POR:

1.- Los prismas del esmalte o esmalte dental estructurado en prismas.

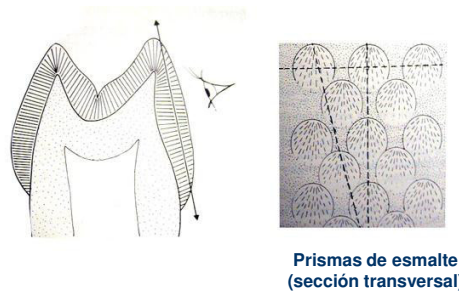
- 2.- Los cristales de hidroxiapatita (HAP) y
- 3.- El esmalte dental aprismático o carente de prismas.

### 1.- PRISMAS DEL ESMALTE O ESMALTE DENTAL ESTRUCTURADO EN PRISMAS.

Los prismas siguen una trayectoria ondulada desde la dentina hasta la superficie del esmalte y la disposición entrecruzada de los prismas permite aumentar la resistencia ante las fuerzas capaces de provocar una fractura.

Figura N° 3: Prismas del Esmalte

**Prismas:** son columnas de cristales de hidroxiapatita empaquetados densamente. Corresponden a ameloblastos individuales.



El responsable de su formación son los procesos de tomes de los ameloblastos que se encarga de secretar proteínas e inmediatamente se da la aparición de los cristales de hidroxiapatita. No es un fenómeno regular y continuo entonces tenemos las estriaciones transversales.

Mecanismo de formación de los prismas. <sup>3</sup>

- 1.- Desarrollo de los proceso de Tomes en el ameloblasto.
- 2.- Secreción de las proteínas por canales en los extremos distales de estos procesos y en la extremidad proximal.
- 3.- La secreción en proximal precede a la de distal, formando fositas amuralladas ocupadas por el extremo distal del proceso.
- 4.- Estas fositas después se llenan de secreción (proteínas) desde una de las superficies del proceso de tomes.

Por lo tanto el desarrollo y la presencia de procesos de tomes crea los prismas del esmalte.

Cada prisma está formado por cuatro ameloblastos, y cada ameloblasto contribuye a formar cuatro prismas diferentes.<sup>36, 5, 37, 4, 3</sup>

El proceso de tomes persiste hasta la formación de los pocos incrementos finales de esmalte, que es también amorfo y se le conoce como esmalte aprimático.<sup>3</sup>

CUADRO Nº 10  
PRISMAS DEL ESMALTE

NUMERO	8.5 MILLONES.
LONGITUD	2,000MICROMETROS.
DIAMETRO	4 MICROMETROS.
ASPECTO	TRASLUCIDO
MORFOLOGIA	CUERPO ( varilla ) COLA ( Región interprismática)
SEGMENTACION O ESTRIACIONES TRANSVERSALES	CALCOFERITOS. 4.5 micras ( mas mineral) CALCOGLOBULINAS. 0.5 micras.( más rico en sustancia orgánica. Esmaltina )

Fuente: Abramovich, Bhaskar, Figún, Gómez y Ten Cate

## 2.- CRISTAL DE HIDROXIAPATITA

Un cristal de hidroxiapatito tiene una longitud 17 veces menor que una bacteria y solo se puede observarlo con el microscopio electrónico (ME). Los cristales de hidroxiapatito se miden en nanómetros.

1 milímetro = 1,000 micras = 1 millón de nanómetros = 10 millones de anmstron

Entre cristal y cristal se encuentra las proteínas llamadas enamelinas

El inicio de la mineralización del esmalte dental ocurre inmediatamente después de la formación de la matriz orgánica del esmalte.

Mecanismo inicial de sustitución de la matriz orgánica por los cristales de hidroxiapatita en el esmalte dental: <sup>35</sup> Y <sup>3</sup>

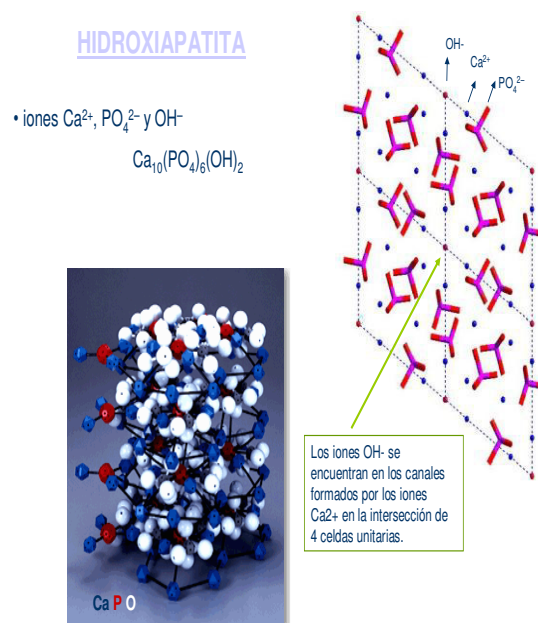
1. Depósito de una pequeña cantidad de dentina.
2. Secreción de la matriz orgánica (amelogeninas, ename...) por los procesos de tomes del ameloblasto sintetizado en el citoplasma de este.
3. Actividad de la fosfatasa alcalina y aceptación de mineral por parte de la matriz orgánica del esmalte dental.( los ameloblastos pierden el proceso de tomes)
4. Formación de un centro de cristalización

Etapas del crecimiento del cristal de hidroxiapatita <sup>35</sup>:

1. Formación de un centro de cristalización.
2. Crece en longitud y ancho por el agregado de nuevas unidades repetitivas.
3. Crecimiento tridimensional ( espesor)

Estructura del cristal de hidroxiapatita (esquema):

Figura N°4: Hidroxiapatita



CUADRO Nº 11  
CRISTAL DE HAP

FORMA	HEXAGONAL	
TAMAÑO	LONGITUD.	60NM
	ANCHO	90NM
	ESPESOR	25NM
ESTRUCTURA	40,000 UNIDADES REPETITIVAS.	
	FORMULA Ca10(PO4)6(OH)2	FORMA: PARALEPIPEDA.
	NUMERO TOTAL DE IONES: 18	
DISPOSICION	PARALELOS AL EJE LONGITUDINAL DE LOS PRISMAS (CUERPOS)65ª DESVIACION EN COLAS	
UBICACIÓN	CASI PARALELOS ENTRE SI	
ORIENTACION	RESISTENCIA A LA ABRASION	
DISTANCIA ENTRE LOS CRISTALES	MINIMO: 1NM.	
	MAXIMO: 3NM	

Fuente: Abramovich y Tencate

### 3.- ESMALTE DENTAL APRISMÁTICO O CARENTE DE PRISMAS:

#### 3.1 CONCEPTO:

Es un pequeño incremento final de esmalte amorfo que se forma con la continuación o persistencia de los procesos de tomes.<sup>3</sup>

#### 3.2 LOCALIZACIÓN.

Según <sup>36 y 4</sup> (1999). Se encuentra en la unión dentina esmalte (UDE), en la totalidad de los dientes primarios rodeando toda la corona con un espesor de 30 micras, y en un 70% de los dientes permanentes, en mayor medida en las regiones cervicales y en zonas de fosas y fisuras pero ausente en las superficies cuspídeas.



Según <sup>3</sup> también encontraron esmalte aprismático en la unión dentina esmalte (UDE), en las 30 micras más externas del esmalte de todos los dientes primarios y en el tercio gingival del esmalte de todos los dientes permanentes.

Según <sup>34 y 5</sup> (1986) el esmalte aprismático está presente en todos los dientes deciduos, en el 70% de los dientes permanentes aunque más comúnmente hacia áreas cervicales de la superficie del esmalte y en menor frecuencia sobre los extremos de las cúspides.

### 3.3 PRESENTACIÓN.

1. Laminar.( en los dientes primarios)

2. Hoja de cebolla. <sup>36 y 4</sup>

#### UNIDADES ESTRUCTURALES SECUNDARIAS DEL ESMALTE

Las unidades estructurales secundarias se definen como aquellas estructuras o variaciones estructurales que se originan a partir de las unidades estructurales primarias como resultado del diferente grado de mineralización o del cambio del recorrido de los prismas y de la interrelación del esmalte con la dentina subyacente o periférica medioambiental.

La unidad estructural secundaria del esmalte está conformada por <sup>4</sup>:

1.- Bandas de Hunter-Shreger

2.- Estrías de Retzius.

3.- Laminillas o Fisuras del Esmalte (Lugar menos resistente a la disolución ácida)

4.- Penachos del Esmalte.

5.- Límite Amelodentinario o Unión Dentina Esmalte (UDE).

6.- Fibrilla de Tomes ( Procesos Odontoblásticos Remanentes)

7.- Superficie libre del esmalte: periquimatas y líneas de imbricación de

Pickerill o bandas incrementales.

### 2.3.5.7 ESMALTE Y SALIVA: REACCIONES QUÍMICAS INORGÁNICAS DE LOS LÍQUIDOS ORALES

La saliva es analizada con relativa facilidad. Los más importantes constituyentes inorgánicos, aparte del agua, son el calcio, el fosfato, el flúor y el hidrogeno.

Raramente se da la concentración total del ión hidrogeno. La simple determinación de pH es, sin embargo, una medida de la concentración activa libre que es la figura relevante cuando es considerada la solubilidad y la disolución del esmalte. Por el contrario, las actividades del calcio y el fosfato deben calcularse según las concentraciones, y pueden, por tanto, ser objeto de considerable incertidumbre debido a la formación de complejos inorgánicos ( $\text{CaHPO}_4^0$ ,  $\text{CaH}_2\text{PO}_4^+$ ,  $\text{CaHCO}_3^-$ ) a complejos orgánicos de calcio y fosfato de diversa composición, a cambio de concentraciones de los complejos con alteración del pH, etc. Generalmente, los complejos se disocian al mismo tiempo que cae el pH. Esto incrementa la concentración libre y las actividades del calcio y del fosfato.

Componentes inorgánicos de la saliva de las glándulas parótida y submaxilar respectivamente

CUADRO N° 12  
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SALIVA.

	Saliva de la Parótida		Saliva de la Submaxilar	
	Sin estimular	Estimulada	Sin estimular	Estimulada
Calcio	1.3	1.6	2.1	2.4
Fosfato inorgánico.	8	3	6	3.3
Fluoruro.	0.001	0.001	0.001	0.001
pH.	5.5	7.4	6.4	7.4
Carbonato.	1	20	4	15
Sodio.	2.5	35	10	25
Potasio.	37	21	17	14
Cloruro.	25	32	25	25
Magnesio.	0.1	0.02	0.1	0.03

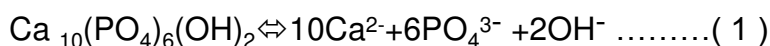
**Concentraciones en mmol/l. (McCann 1968)**

Fuente: Thylstrup

El líquido de la placa, no puede ser analizado con propiedad <sup>38</sup>. Sin embargo, se puede considerar que las actividades de los iones no son muy diferentes de las de la saliva, dado que los procesos de “difusión” están regidos por la “actividad de los iones”. La fermentación de los hidratos de carbono, sin embargo produce una baja del pH que altera la actividad del ión, y puede disolver el fosfato cálcico sólido de diversa naturaleza, que se añade a la actividad del ión en la fase acuosa. Presumiblemente debe existir una difusión de los iones minerales entre la placa y la saliva que la rodea. Dado el poco conocimiento que se tiene de estos sujetos, es aceptado comúnmente que los únicos datos disponibles, para el cálculo y la estimación de la naturaleza de los procesos, son los datos derivados de la saliva.<sup>7</sup>

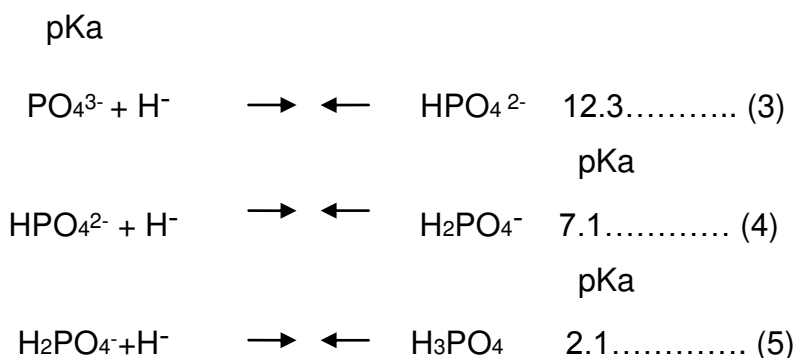
## ESTABILIDAD DE LOS MINERALES DEL ESMALTE EN LA SALIVA

La integridad físico química del esmalte dental en el ámbito oral depende totalmente de la composición y la conducta química de los líquidos que lo rodean. Los principales factores que rigen la estabilidad del apatito con la saliva son el pH y las concentraciones de calcio, fosfato y flúor en solución. Existe un equilibrio físico químico entre el esmalte en términos de hidroxiapatito y fluorapatito y la fase acuosa.



De si el apatito se disolverá o no bajo unas circunstancias dadas, depende del producto de las actividades de los iones en la fase líquida. En el estado de equilibrio, este producto de actividad iónica es máximo y se le puede llamar producto de solubilidad. Es  $10^{-117}$  para el hidroxiapatito y  $10^{-121}$  para el fluorapatito. En principio si estas cifras se exceden, la solución está sobre saturada dando lugar a una precipitación de los compuestos sólidos respectivos. Contrariamente, si el producto de actividad es menor que el producto de solubilidad, la solución está hipo saturada y la sal tendrá a disolverse.

Las concentraciones totales de calcio y fosfato en la saliva varían según los individuos y dentro del mismo individuo, dependiendo de la velocidad del flujo y de las proporciones de saliva que se originan en las glándulas parótida y submaxilar. Las cifras del calcio y fosfato en la saliva son de 1-2 mmol/L y 4-6 mmol/L respectivamente. **Las actividades iónicas de estos elementos en la saliva, las cuales representan gran relevancia cuando se considera la solubilidad del apatito dental, se puede estimar en cerca de 0.5 mmol/L para el calcio y 2 mmol/L para el fosfato. La concentración de fluoruro en saliva es normalmente cerca de diez  $10^{-3}$  mmol/L (0.02 partes por millón).** Dependiendo del pH en la solución, el fosfato existirá en diferentes formas regido por el siguiente equilibrio:



pKa = constante de equilibrio ácido.

Los apatitos contienen preferentemente fosfato en forma de  $\text{PO}_4^{3-}$  este es el ión importante cuando son consideradas sus solubilidades. Parece que a un pH alrededor de 7.1 el fosfato en la fase acuosa estará presente en igual cantidad en forma de  $\text{HPO}_4^{2-}$  Y  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  Sólo existirán pequeñas cantidades de fosfato en forma de  $\text{PO}_4^{3-}$ . Asumiendo la actividad total del fosfato en 1 mmol/L la aplicación de la ley de acción de masas sobre las reacciones <sup>4 Y 5</sup> da una actividad de  $\text{PO}_4^{3-}$  a un **pH de 7** cerca de  **$10^{-8}$**  mol/L.

Usando estas cifras y aquellas consignadas sobre el calcio y el fluoruro, el producto de la actividad del ión con respecto al hidroxiapatito (HAP) y fluorapatito (FAP) **en la saliva** puede ser calculado:

$$\text{Ion}_{\text{HAP}}: (0.5 \times 10^{-3})^{10} (\mathbf{10^{-8}})^6 (10^{-7})^2 = 10^{-95} \dots (6)$$

Calcio      Fosfato    Fluor

$$\text{Ion}_{\text{FAP}}: (0.5 \times 10^{-3})^{10} (\mathbf{10^{-8}})^6 (10^{-6})^2 = 10^{-93} \dots (7)$$

Una comparación de estos valores con la solubilidad del hidroxiapatito,  **$10^{-117}$** , y el fluorapatito,  **$10^{-121}$**  muestra que la saliva, bajo condiciones fisiológicas normales, está sobresaturada con respecto a ambos apatitos y, por lo tanto puede esperarse que se comporte como una solución mineralizante. Un hecho importante es que a pesar del estado de sobresaturación de la saliva, el depósito mineral sobre la placa sana de las superficies del diente normalmente no se produce. Los experimentos han mostrado que la precipitación desde soluciones sobresaturadas, con respecto al fosfato cálcico, está inhibida por la adición de saliva (Gron) ha

sido observado en varios estudios que la saliva no remineraliza el esmalte como las soluciones inorgánicas. Esta conducta modificada de los iones de calcio y fosfato en la saliva está aparentemente asociada con la actividad de algunas macromoléculas específicas salivales identificada como proteínas ricas en prolina ácida – y tirosina. Una de éstas, un péptido rico en tirosina ahora llamada estaterina inhibe la precipitación espontánea y seleccionada a partir de soluciones que están sobresaturadas con respecto a las sales de calcio y fosfato.<sup>7</sup>

Cuando el pH cae, la solubilidad de los apatitos del esmalte aumentará de manera impresionante. La caída de una unidad en el pH produce un incremento de la solubilidad del hidroxiapatito siete veces mayor. El cambio de la solubilidad está afectado por el pH por las siguientes razones: primero, la concentración de hidroxilo es inversamente proporcional a la concentración de hidrógeno y, segundo, la concentración de las especies iónicas de fosfato depende del pH de la solución (da lugar a las reacciones 3,4 y 5

Cuando el pH disminuye todavía más., los iones de  $\text{PO}_4^{3-}$  se convierten en  $\text{HPO}_4^{2-}$  que posteriormente reaccionan a  $\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}$ (7)

## PH CRÍTICO

Las concentraciones de calcio y fosfato presentes en los líquidos orales, determinan el pH en el que la fase acuosa es exactamente saturada con respecto a los apatitos del esmalte. Si consideramos las condiciones de la saliva a un **pH 5**, asumiendo una actividad de fosfato de 2 mmol/L, un cálculo similar al de la página anterior muestra que la actividad de  $\text{PO}_4^{3-}$  es ahora de cerca de diez  **$10^{-12}$**  mol/L. La sustitución de este valor en la ecuación 6 y 7 nos da la siguiente estimación de los productos iónicos para el hidroxiapatito (HAP) y el fluorapatito (FAP) a un pH de 5:

$$I_{\text{HAP}}: (0.5 \times 10^{-3})^{10} (\mathbf{10^{-12}})^6 (10^{-9})^2 = 10^{-123} \dots\dots (09)$$

$$I_{\text{FAP}}: (0.5 \times 10^{-3})^{10} (\mathbf{10^{-12}})^6 (10^{-6})^2 = 10^{-117} \dots\dots (10)$$

Parece que el producto de la actividad iónica para el hidroxiapatito, en estas condiciones, no satisface el producto de solubilidad y, en consecuencia, el hidroxiapatito tendrá a disolverse. El pH, al cual la saliva es exactamente saturada con respecto al apatito del esmalte, es denominado a menudo “pH crítico”. El valor de ese pH dependerá de las concentraciones de calcio y fosfato en la saliva en concreto. Los cálculos anteriores sugieren que el pH crítico es algo más alto de 5, de hecho, las apreciaciones clínicas muestran una variación entre 5.2 y 5.3.

Es notorio, que cuando la saliva está llegando a una hipossaturación con respecto al hidroxiapatito, todavía permanece sobresaturada con respecto al fluorapatito. El pH al cual la saliva está exactamente saturada con respecto al fluorapatito ha sido determinado cerca de 4.5

Dependiendo de estas condiciones químicas, el esmalte puede ser disuelto de dos maneras diferentes: por una pérdida gradual del esmalte de la superficie mediante la erosión o por una pérdida preferencial de mineral de la profundidad a una zona de la superficie, formando un tipo de lesión como el de la caries.

Los experimentos de laboratorio han mostrado que cuando el esmalte está expuesto a un tampón acuoso inorgánico a un pH de 4.5 – 5.0 al cual está hiposaturado con respecto al hidroxiapatito y al fluorapatito, la superficie queda grabada dejando una lesión con la misma apariencia macro y microscópica que la erosión natural

Cuando el esmalte es expuesto a un tampón hiposaturado con respecto a la hidroxiapatita (HAP) pero sobresaturado con respecto a la fluorapatita (FAP) se forma una solución como la caries. <sup>7</sup>

#### **2.3.5.8 TRANSFORMACION DEL ESMALTE DENTAL PERMANENTE CON LA EDAD.**

La atrición dental es el desgaste natural de las piezas dentarias producido por el rozamiento entre ellas. En las caras proximales, el desgaste

fisiológico transforma los puntos de contacto en facetas de contacto. En los dientes primarios no se observa este tipo de desgaste en las caras proximales debido a la presencia de diastemas. Por lo general, el esmalte de los adultos presenta una superficie lisa. Esta regularización es la consecuencia del desgaste fisiológico. Entre las causas que producen la pérdida de sustancias figuran: a) factores mecánicos: corresponden a la pérdida de sustancia resultante de la acción de cuerpos extraños que actúan sobre la superficie dentaria. Por ejemplo, el cepillado dental incorrecto. Las ralladuras que se producen varían en longitud y profundidad y dirección y pérdida de sustancia por el uso de elementos protésicos, en especial retenedores inadecuados. b) factores químicos: entre estos se puede mencionar la acción de diversos ácidos orgánicos e inorgánicos, o de agentes quelantes. c) factores patológicos, por ejemplo las caries dentales. La pérdida de sustancia adamantina depende de: a) La naturaleza del esmalte, b) La naturaleza del agente actuante, c) La duración e intensidad del estímulo y d) Las fuerzas musculares que participan en la masticación<sup>35</sup>

La profilaxis elimina 5 – 10 micras de esmalte dental.

El esmalte dental es un tejido vital y es incapaz de reemplazarse, con la edad se gasta progresivamente y las facetas de desgaste se hacen más pronunciadas en las personas ancianas, también hay cambios de color, en la permeabilidad, en la naturaleza de la capa superficial y una reducción aparente en la incidencia de caries dental.<sup>39</sup>

Con la edad el diente sufre un desgaste de esmalte e inclusive de dentina, lo que produce un acortamiento de la corona anatómica. Para compensar este desgaste coronario se produce un aumento del largo radicular por cementogénesis en la zona del ápice de los dientes. En los casos de dientes multirradiculares se producen también depósitos en las zonas de bifurcación de las raíces.<sup>40</sup>

Con la edad ocurren cambios en las estructuras de la cavidad bucal, los dientes adquieren un color amarillento se vuelven más frágiles o quebradizos y menos permeables. El contenido de agua y de materia orgánica del



esmalte disminuye con la edad, este es un tejido mineralizado que tiene un constante intercambio iónico con los líquidos bucales que lo rodean.

Los cambios que se observan clínicamente en la apariencia de las coronas dentarias se relacionan, básicamente, con el proceso de articción y con el de abrasión del esmalte dental. El primero describe la pérdida de la estructura dentaria que se produce durante la masticación o bien cuando existe bruxismo. El segundo, la abrasión, suele ser el resultado de una técnica inadecuada de cepillado que trae consigo la pérdida de estructura dentaria, especialmente en la región cervical de la corona.<sup>41</sup>

#### **2.3.5.9 EXAMEN MACROSCOPICO DE SU TRASLUCIDEZ SEGÚN LA VARIACIÓN DEL MEDIO EXISTENTE EN SUS ESPACIOS INTERCRISTALINOS**

Como sabemos, un leve incremento en la porosidad del tejido conduce a un cambio en las propiedades ópticas del esmalte de tal manera que la luz se dispersa. Así con el incremento de la porosidad, el esmalte gradualmente se hace menos translúcido, lo cual clínicamente se puede observar como unos cambios hacia una opacidad blanquecina en el esmalte. Dado que la translucidez del esmalte es un fenómeno óptico que depende del tamaño de los espacios intercristalinos, es natural que el contenido de estos espacios intercristalinos también desempeñe un papel en el grado de translucidez observado. Se sabe que el índice de refracción “n” del hidroxiapatito es 1.62 (cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio considerado). Si imaginamos que todos los espacios en un tejido de esmalte poroso están llenos con soluciones acuosa, que tienen el mismo índice de refractariedad que el hidroxiapatito es fácil entender que los espacios intercristalinos existentes” desaparezcan “o sea que el esmalte mantenga su translucidez. Si es extraído todo el material acuoso de los espacios intercristalinos, entonces están más o menos llenos de aire que tiene un índice de refracción “n” de 1.0 la diferencia entre el índice de refracción del hidroxiapatito y la de los espacios vacíos es ahora tan grande que el mismo tejido poroso ha perdido su translucidez y aparece opaco. En el

ambiente oral, los espacios intercristalinos están llenos de agua, la cual tiene un índice de refracción de 1.33 aunque hay una pequeña diferencia entre el índice de refracción del hidroxiapatito y el agua (1.62 contra 1.33) los espacios son tan pequeños en un esmalte normal y bien mineralizado que esto no afecta la translucidez global. Es más, incluso cuando un diente normal y bien mineralizado es desecado con aire en la clínica, lo cual significa que el agua de los espacios es sustituida en gran parte por aire, el esmalte mantiene todavía su translucidez. Este conocimiento es usado clínicamente en el examen de los dientes. Si un diente húmedo con apariencia translúcida normal es secado con aire y se producen áreas opacas o menos translúcidas aisladas, entonces podemos concluir que hay un ligero cambio en la porosidad del esmalte en las áreas localizadas, lo cual puede ser indicativo de pérdida de mineral o de áreas hipomineralizadas (defectos de desarrollo). Si se necesita un prolongado secado para cambiar la translucidez del esmalte, la porosidad del tejido es menor que si es suficiente un corto secado. De forma similar, si un área de esmalte localizada aparece opaca sobre un diente húmedo, la porosidad del tejido en aquella área particular es más grande, comparada con la de otras áreas donde se necesita un secado para cambiar la translucidez. Podemos entonces llegar a la conclusión de que, por la variación del medio existente en los espacios intercristalinos, somos capaces de valorar la porosidad de un tejido determinado. En la clínica solo podemos usar aire y agua pero por la variación entre estos dos medios es posible obtener un cuadro relativamente preciso de la porosidad del tejido la pérdida mineral.<sup>7</sup>

#### **2.3.6.0 ACIDOS.**

##### **Factores desestabilizantes de las apatitas:**

Diversas teorías han intentado explicar la naturaleza de los ácidos. Las más relevantes han sido: 1) Teoría de Arrhenius (1884) para el cual el ácido es toda sustancia que contiene hidrógeno que puede ser reemplazado por metales con formación de sales. 2) Teoría de Brönsted y Lowry (1923), para el que el ácido es una sustancia que puede dar protones. 3) Teoría de Lewis

(1923) para que el ácido es aquella sustancia (molecular o iónica) que puede aceptar un par de electrones. Los ácidos se clasifican en fuertes, si están completamente ionizados en una disolución acuosa, y débiles si poseen algunas moléculas sin disociar. Atendiendo a su origen, los ácidos pueden ser: minerales, que se subdivide en Oxácidos o Hidrácidas, según tengan o no oxígeno en su molécula y orgánicos caracterizados por poseer el grupo carboxilo COOH. A los ácidos que pueden perder dos o más protones se les llama polipróticos, y a los que solo pueden perder un protón monopróticos. Las sustancias que pueden comportarse indistintamente como ácido o bases se denominan anfóteras.

42

### **2.3.6.1. PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA DESMINERALIZACION DEL ESMALTE DENTAL.**

1.-Modelos de Caries *in Vitro*. Cuando el esmalte es expuesto a un tampón hiposaturado con respecto al hidroxiapatito, pero sobresaturado con respecto al fluorapatito se forma una lesión como la caries. Se han desarrollado una variedad de sistemas de caries artificiales, en los cuales las lesiones del esmalte pueden ser producidas *in Vitro* con rasgos histológicos similares a la lesión natural de la caries precoz. Los experimentos en el laboratorio han demostrado que la desmineralización de la subsuperficie similar a la caries natural se produce en tampones de lactato en presencia de hidrofosfonato metano sódico (MHDP)

2.-Modelos de erosión *in Vitro*. Los experimentos de laboratorio han mostrado que cuando el esmalte está expuesto a un tampón acuoso inorgánico a un pH de 4.5 – 5.0 al cual está hiposaturado con respecto al hidroxiapatito y al fluorapatito, la superficie queda grabada dejando una lesión con la misma apariencia macro y microscópica que la erosión natural.

7

3.-Soluciones acuosas. Es aquella que contiene agua como solvente. Si se analiza una muestra de alguna solución puede apreciarse que en cualquier parte de ella su composición es constante entonces, llamaremos solución o disolución a las muestras homogéneas que se encuentran en la fase líquida. Es decir que las muestras homogéneas que se presentan en fase sólida o en

fase gaseosa no se les conocen como disoluciones. Las soluciones son distintas de los coloides y de las suspensiones en que las partículas del soluto son de tamaño molecular. Las sales, los ácidos y las bases se ionizan cuando se disuelven en el agua.

Características de las soluciones (o disoluciones):

- I) Sus componentes no pueden separarse por métodos físicos simples como decantación, filtración, centrifugación, etc.
- II) Sus componentes sólo pueden separarse por destilación, cristalización, cromatografía.
- III) Los componentes de una solución son soluto y solvente.

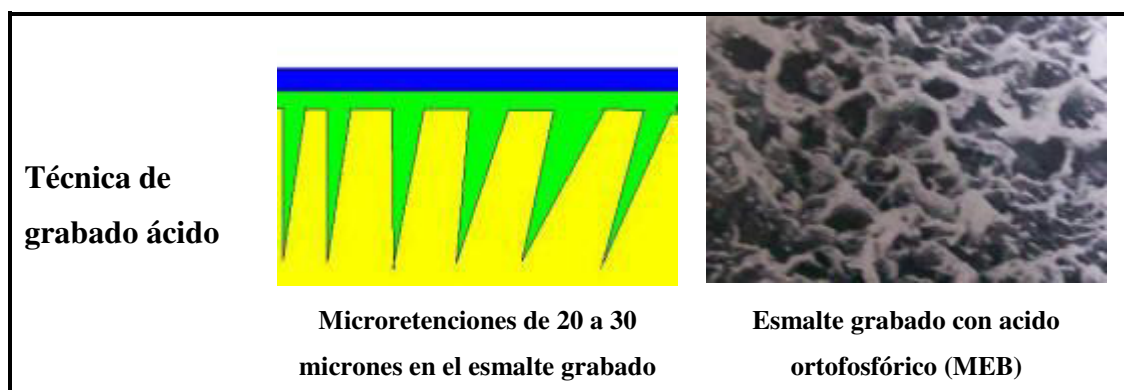
Soluto es aquel componente que se encuentra en menor cantidad y es el que se disuelve. El soluto puede ser sólido, líquido o gas, como ocurre en las bebidas gaseosas, donde el dióxido de carbono se utiliza como gasificante de las bebidas. El azúcar se puede utilizar como un soluto disuelto en líquidos (agua).

Solvente es aquel componente que se encuentra en mayor cantidad y es el medio que disuelve al soluto. El solvente es aquella fase en que se encuentra la solución. Aunque un solvente puede ser un gas, líquido o sólido, el solvente más común es el agua.

#### 4.-Grabado ácido.

El objetivo del grabado ácido es proporcionar una superficie porosa, ya que la desmineralización forma microporos de 20 a 30 micrones de profundidad (microretenciones) en color verde, en azul resina compuesta y en amarillo prismas de esmalte.

Figura N° 5: Técnica de Grabado Acido



1. Cuando el típico patrón de grabado clínico no se observa a los 20 segundos de grabado, debe prolongar el grabado por otros 30 segundos más. En los temporales la estructura no es muy definida. En adultos, en el tercio cervical hay una capa aprismática sin estructura definida, por lo que se debe aumentar el tiempo a 60 segundos. <sup>43</sup>

#### 2.3.6.2. DISOLUCION DIRECTA U OPACIDAD DEL ESMALTE DENTAL *IN VIVO* E *IN VITRO*.

La disolución directa o aumento de la porosidad del esmalte dental, es la reacción del esmalte dental ante los ácidos, también se le llama desmineralización y consiste en la pérdida de iones minerales del cristal de HAP provocando aumento de los espacios entre cristal y cristal y esto ocasiona el aumento de la porosidad del esmalte. Esta extracción de mineral puede ser inducida por la placa dental o por un sistema de caries artificial.

##### *IN VIVO*:

En la disolución in vivo el proceso de caries se inicia por la fermentación bacteriana de los hidratos de carbono, que conducen a la formación de varios ácidos orgánicos y a la caída del pH. La progresión de la caries desde los cambios ultra estructurales hasta la caries visible, debería por

tanto ser considerada como un efecto acumulativo de una larga serie de disoluciones alternantes a un pH bajo y una re precipitación parcial cuando el pH sube. Eventualmente, después de meses y años puede aparecer en el esmalte una lesión de “mancha blanca”.

El carácter penetrante de las lesiones de caries indica una difusión de los ácidos hacia dentro y del calcio y fósforo hacia fuera. Se conoce que el esmalte intacto es permeable a pequeños iones y moléculas. Además, durante los estadios muy iniciales de la desmineralización de la caries, mucho antes que se establezca la típica lesión de “mancha blanca”, el esmalte más externo muestra distintos signos de disolución a nivel ultra estructural. Esta disolución superficial abre numerosas vías entre el esmalte dental estructurado en prismas y entre los cristales, a través de las cuales el ácido puede difundir al interior del esmalte, reguladas por una gradiente de concentración.

#### IN VITRO:

La disolución del esmalte dental en el laboratorio: se han desarrollado una variedad de sistemas de caries artificiales, en las cuales las lesiones del esmalte pueden ser producidas *in Vitro* con rasgos histológicos similares a la lesión natural de la caries precoz. Aunque estos modelos son incapaces completamente de reproducir los complicados acontecimientos que tienen lugar en la cavidad oral, han proporcionado una información detallada en el proceso de la caries. Es obvio que la superficie del esmalte por si misma pueda ejercer una protección contra la desmineralización de la caries. De hecho, los experimentos *in Vitro* han mostrado que cuando la superficie natural del esmalte es extraída, antes de su exposición a sistemas de caries artificiales la desmineralización es más rápida que el esmalte no abrasionado. Este efecto ha sido explicado por el más alto contenido mineral, las estrechas vías de difusión, la diferente orientación de los cristales y/o una baja concentración de carbonato de magnesio en la superficie, comparada con la subsuperficie del esmalte. Además, generalmente se asume que las concentraciones relativamente altas de fluoruro como fluorapatito en la superficie del esmalte incrementan la resistencia del esmalte contra la disolución ácida.<sup>7</sup>

### Modelo de pH cíclico

La disolución directa artificial del esmalte dental *in vitro* puede obtenerse con un modelo pH cíclico de 90 días el cual emplea una muestra o solución inorgánica y orgánica fluorada a 37° C. El sistema produce pérdida de translucidez en el esmalte dental o lesión de mancha blanca artificial parecida, macro y microscópicamente, a las lesiones naturales *in vivo* de mancha blanca formadas por la placa dental.

## 2.4 MARCO CONCEPTUAL O GLOSARIO DE LA INVESTIGACIÓN.

- 1.-**Esmalte Dental:** Mineral translúcido que recubre la corona anatómica de las piezas dentales.
- 2.-**Tercio Cervical Horizontal:** Según la nomenclatura dental la superficie coronaria de los dientes se encuentra dividida imaginariamente en tercios horizontales y verticales. Estos tercios toman el nombre dependiendo de su localización, de acuerdo con la superficie en la cual se encuentra; por Ejemplo la superficie mesial de la corona de un premolar, muestra tercios oclusal, medio y cervical cuando se divide horizontalmente.
- 3.- **Tercio Cervical:** Superficie coronaria horizontal cercana al cuello del diente o, en otras palabras, hacia la línea cervical.
- 4.- **Porosidad del Esmalte o Espacios Inter cristalinos:** Espacio que existe entre los cristales de Hidroxiapatita. Contiene agua y la sustancia orgánica del esmalte dental.
- 5.- **Traslucidez:** Característica del esmalte dental, debido a que la estructura cristalina de sus prismas permite el paso de la luz, mientras que la sustancia orgánica presenta una elevada opacidad.
- 6.- **Disolución directa o Desmineralización:** Reducción de los cristales de Hidroxiapatita el cual provoca incremento de los espacios Inter cristalinos (aumento de su porosidad) y disminución de su translucidez.
- 7.- **Resistencia del esmalte dental a la Disolución Directa:** Cuando el esmalte dental conserva sus propiedades ópticas en especial su translucidez macroscópica y su translucidez microscópica. Estructura primaria o

secundaria del esmalte dental que después del ataque ácido, mantiene sus espacios Inter cristalinos iguales.

8.- **Prueba de Resistencia a la Disolución directa:** Examen macro y microscópico del esmalte dental sometido previamente a ácidos no bacterianos.

9.- **Cambio en las Propiedades Ópticas del Esmalte Dental:** Pérdida de translucidez del esmalte dental debido a la desmineralización por ácidos.

10.- **Modelo pH Cíclico:** Prueba de resistencia a la disolución directa *in vitro* del esmalte dental.

11.- **Conservación de la translucidez:** Cuando el esmalte dental ha sufrido poca o ninguna pérdida de mineral.

12.- **Traslucidez Inicial:** Propiedad óptica medible del esmalte dental, antes de una prueba de resistencia a la disolución directa o desmineralización.

13.- **Traslucidez Final:** Propiedad óptica medible del esmalte dental después de una prueba de resistencia a la disolución directa o desmineralización.

14.- **Esmalte Dental con Resistencia Conservada:** Cuando el esmalte dental, después de una prueba de desmineralización o disolución directa, tiene grado de translucidez 3 ó 2.

15.- **Esmalte Dental con Resistencia Disminuida:** Cuando el esmalte dental, después de una prueba de desmineralización o disolución directa, tiene grado de translucidez 1 ó 0.

16.- **Menor Disolución Directa o Desmineralización:** Menor pérdida de sales de Fosfato de Calcio por parte del esmalte dental que provoca menor pérdida de translucidez o menor opacidad.

17.- **Opacidad Del Esmalte Dental:** Pérdida de translucidez del esmalte dental debido a la desmineralización o disolución directa de los cristales de Hidroxiapatita.

18.- **Menor Opacidad:** Cuando se ha tenido que secar el esmalte dental para ver un cambio en su translucidez.

19.- **Sin Opacidad:** Cuando después de un largo secado de 45 segundos el esmalte dental sigue permaneciendo translúcido.

20.- **Opacidad Leve:** Cuando se ha necesitado un largo secado del esmalte dental de 45 segundos para cambiar su translucidez.



- 21.- **Opacidad Moderada:** Cuando se ha necesitado un corto secado de esmalte dental de 5 segundos para cambiar su translucidez.
- 22.- **Opacidad Severa:** Cuando no se ha necesitado secar el esmalte dental para ver macroscópicamente un cambio en su translucidez.
- 23.- **Menor Porosidad:** Esmalte dental con espacios Inter cristalinos más cortos.
- 24.- **Perdida de Translucidez:** Cuando hay aumento de la porosidad del esmalte dental.
- 25.- **Volumen de la Porosidad Grado I:** Esmalte Dental sano.
- 26.- **Volumen de la Porosidad Grado II:** Aumento de los espacios Inter cristalinos del esmalte dental.
- 27.- **Volumen de la Porosidad Grado III:** Mayor aumento de los espacios Inter cristalinos del esmalte dental.
- 28.- **Volumen de la Porosidad Grado IV:** Gran aumento de los espacios Inter cristalinos del esmalte dental por desmineralización o disolución de los cristales de Hidroxiapatita.
- 29.- **Apatita Dental:** Hidroxiapatita biológica que se encuentra en el esmalte dental.
- 30.- **Sales del Esmalte:** Composición química inorgánica del esmalte dental. Ej. Las sales de fosfato de calcio.

## 2.5 HIPOTESIS

### 2.5.1 HIPOTESIS GENERAL

El esmalte dental del tercio cervical presenta mayor resistencia a la disolución directa en coronas anatómicas de dientes permanentes, que el esmalte del tercio medio y oclusal.

### 2.5.2 HIPOTESIS ESPECÍFICA

- 1.- El tercio cervical tiene mayor translucidez (Grado III) que el tercio medio y oclusal después de la disolución directa y el agua destilada.

2. El tercio cervical tiene menor opacidad (Grado I) que el tercio medio y oclusal después de la disolución directa y el agua destilada.

3.- El tercio cervical tiene menor porosidad (Grado I) que el tercio medio y oclusal después de la disolución directa y el agua destilada.

## **2.6 VARIABLES**

- Variable Independiente: Disolución Directa.
- Variable Dependiente: Resistencia del Esmalte.

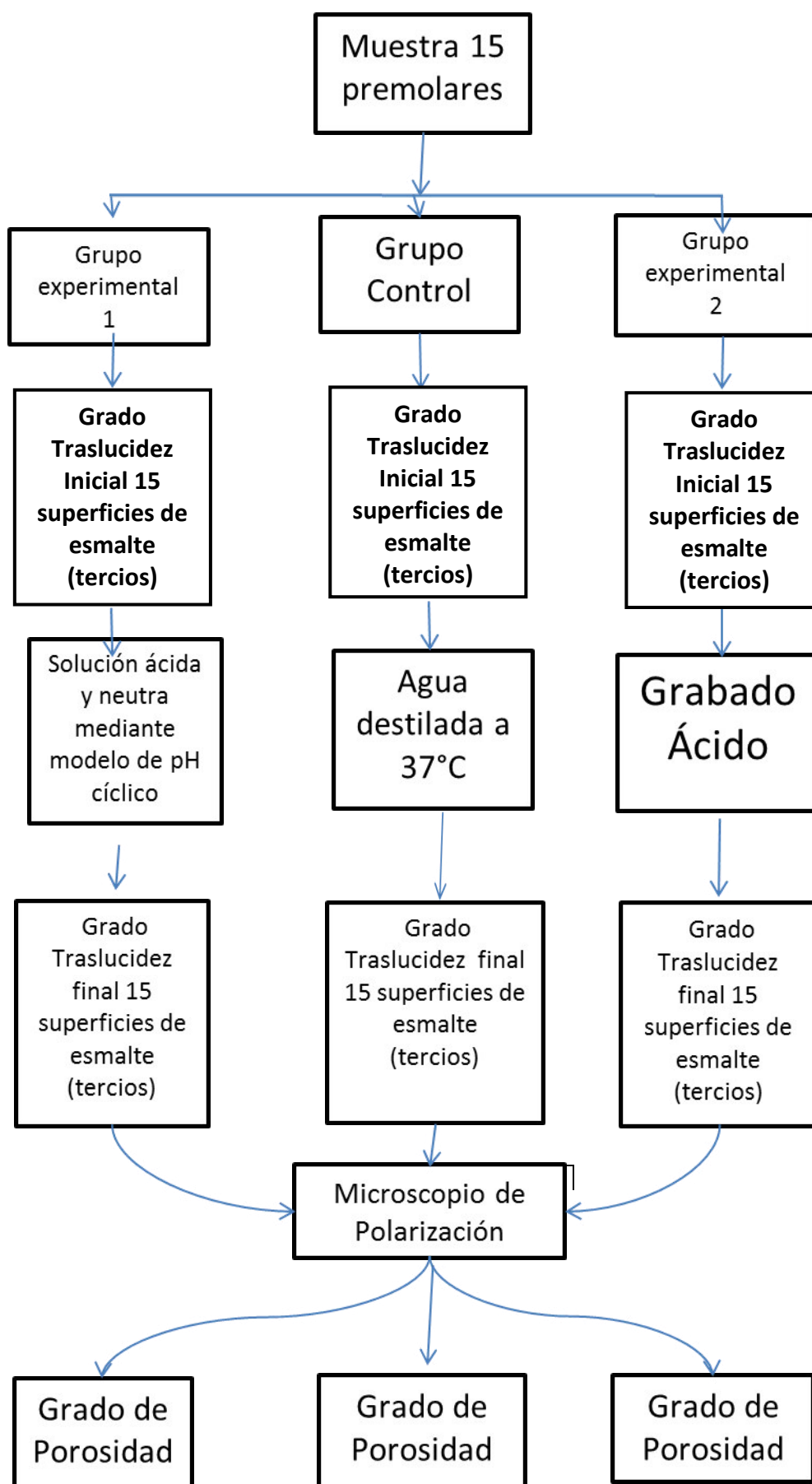
CUADRO 13					
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	CONCEPTO	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	Categoría de la escala
<b>Independiente:</b>	Agresión química que pueden inducir cambios en las propiedades ópticas del esmalte por sustancias ácidas	Solución modelo de pH ácido	Perdida de translucidez por disolución directa.	Nominal	si no
<b>Dependiente:</b>		Opacidad	Grado de opacidad.	Nominal	Normal Leve Moderado Severo
	Conservación de la translucidez presentando menor opacidad y menor porosidad	Traslucidez	Grado de translucidez	Ordinal	Grado 0 Grado 1 Grado 2 Grado 3
					GRADO I Menor 1% GRADO II Mayor 1% GRADO III 2-4 % GRADO IV Mayor 5%
<b>Resistencia del Esmalte</b>		Porosidad	Grado de porosidad	Ordinal	Resistencia conservada
			Opacidad Normal o Leve + Traslucidez Grado 2 ó 3 + Porosidad Grado I o II		
			Opacidad Moderada o Severa Traslucidez Grado 1 ó 0 Porosidad Grado III o IV	Ordinal	Resistencia disminuida

## **CAPITULO 3: METODOLOGIA**

### **3.1 Tipo de Estudio**

El estudio fue experimental *in vitro* en modelos de esmalte dentario humano. Fue un estudio longitudinal, se midió la traslucidez inicial y final de los tercios horizontales del esmalte dentario.

### **3.2 Diseño del estudio**

**Esquema del diseño experimental**

### 3.3 Población

La población fueron 15 premolares superiores e inferiores de adultos jóvenes sin enfermedades sistémicas. De cada premolar se escogió sólo el esmalte dental, sustancias minerales formadas por sales de fosfato de calcio. Se eligieron sólo piezas dentales de adultos jóvenes de 25 años.

### 3.4 Muestra

La muestra mineral odontológica empleada fueron 45 superficies de esmalte dental permanente adulto “joven”.

Criterios de inclusión:

- Esmalte dental permanente adulto de premolares superiores o inferiores extraídos por razones de ortodoncia en los que se eliminó la raíz mediante corte horizontal.
- Esmalte dental de personas sanas sistémicamente.

Tipo de muestreo: Se seleccionaron en forma aleatoria las caras Mesial – Distal – Vestibular – lingual de premolares superiores e inferiores.

#### Muestra grupo experimental 1: (solución)

Las piezas dentarias: 2,5 – 1,4 – 3,4 – 3,4 – 4,4 (M1, M2, M3, M4, M5)

15 superficies de esmalte (tercio cervical, medio y oclusal)

#### Muestra grupo control: (agua destilada)

Las piezas dentarias: 1,4 – 2,4 -3,4 – 4,4 – 3,4 (M6, M7, M8.M9, M10)

15 superficies de esmalte (tercio cervical, medio y oclusal)

#### Muestra grupo experimental 2: (grabado ácido)

Las piezas dentarias: 1,4 – 1,4 – 2,4 – 3,4 – 3,5 (M11, M12, M13, M14, M15)

15 superficies de esmalte (tercio cervical, medio y oclusal)

**TOTAL = 45 Superficies de esmalte dentario**

Unidad de Análisis: Tercios de la superficie Mesial – Distal – Vestibular  
o Lingual del esmalte dentario.

### **3.5 Procedimientos y técnicas**

#### **3.5.1 Prueba de resistencia del esmalte a la disolución directa (anexo N° 4).**

Se extrajeron diez dientes permanentes y se colocaron en una solución de Timol al 0.1% para evitar la deshidratación. Se realizó un examen macroscópico de la translucidez (ver anexo No 3) por tercios de cada muestra de esmalte dental (translucidez inicial) y se seleccionaron y registraron en una ficha las muestras de esmalte que tenían mejor grado de translucidez (grado 3 ó grado 2). Las muestras del grupo experimental M1, M2, M3, M4 y M5 fueron colocadas en una solución inorgánica - orgánica desmineralizante conteniendo 0.5 mmol/l. por litro de calcio, 2 mmol por litro de fosfatos y  $10^{-3}$  mmol/l. por litro de fluoruro a un pH ácido (pH = 5) para inducir una pérdida en la translucidez inicial en cualquier región de la superficie más externa del esmalte dental (anexo No 4).

Los dientes se colocaron en una solución inorgánica - orgánica neutra y fueron mantenidos a 37° C y pH 7 con circulación constante (anexo N° 4).

Cada 7 horas y por 90 días los dientes fueron introducidos en la solución desmineralizante por 35 minutos para imitar la situación in vivo cuando la persona está comiendo. Los dientes del grupo control se colocaron en agua destilada. Cada 30 días se controlaba el pH de las soluciones y del agua destilada. Finalmente luego de 3 meses se observó la translucidez del esmalte dental de las coronas del grupo experimental N°1 y las coronas del grupo control fueron observadas macro y microscópicamente para valorar la translucidez final (anexo No 5).

### **3.5.2 Prueba de resistencia del esmalte frente al grabado ácido o grupo experimental N° 2.-**

Se extrajeron los cinco dientes permanentes o muestras y se colocaron en una solución de timol al 0.1% para evitar la deshidratación. Después se realizó un examen macroscópico de su translucidez por tercios de cada muestra de esmalte dental (translucidez inicial) y se seleccionaron y registraron en una ficha las muestras de esmalte que tenían mejor grado de translucidez

Las muestras del grupo de experimental 2 fueron sometidas al grabado ácido *in vitro* por 15 segundos con ácido ortofosfórico al 37 %. Después del grabado ácido cada una de las muestras fueron lavadas con agua destilada por 30 segundos. Luego se realizó el examen óptico macroscópico de cada muestra y finalmente las coronas fueron cortadas para su estudio en el microscopio de polarización y valorar la translucidez final.

### **3.5.3 Fases de los procedimientos seguidos para la recopilación de información macroscópica:**

Fase 1: Exodóncia, limpieza y conservación en timol de los 15 premolares.

Fase 2: Primer examen macroscópico de la translucidez. (anexo 3).

Fase 3: Disolución directa, agua destilada y grabado ácido.(anexo 4).

Fase 4: Segundo examen macroscópico de la translucidez. (anexo 5).

### **3.5.4 Fases de los procedimientos seguidos para la recopilación de información microscópica: (ver anexo 6).**

Fase 1: Trazo

Fase 2: Corte del esmalte dental.

Fase 3: Adelgazamiento a 30 micras.

Fase 4: Montaje de la sección delgada.

Fase 5: Examen del esmalte en el microscopio de polarización.



### **3.5.5 Instrumentos macroscópicos de recolección de datos**

#### **Utilizados:**

- a) Jeringa triple.
- b) Lente magnificador 3X.
- c) Estufa de incubación.

### **3.5.6 Instrumentos microscópicos de recolección de datos**

#### **utilizados:**

- a) Microscopio de polarización.
- b) Muestra de esmalte dental.
- c) Cámara fotográfica.
- d) Bálsamo de Canadá.

### **3.5.7 Materiales:**

- 15 Anestesias.
- 15 Pares de Guantes
- 15 Agujas cortas.
- 01 Frasco de Timol.
- 15 Premolares frescos e hidratados.
- 15 Tubos de ensayo con tapa.
- 02 Gradillas porta tubos.
- 01 Sistema de caries artificial.
- 01 Estufa de incubación.
- 01 Jeringa Triple.
- 01 Lente Magnificador 3x.
- 01 Microscopio de polarización.
- 20 Litros de agua destilada.
- 01 Bálsamo de Canadá.
- 01 Piseta.
- 01 Cámara fotográfica.
- 02 Vasos precipitados de 50 y 100 ML.
- 01 Balanza electrónica KERN ABS. Lectura habilitada 0.1 mg.
- 01 Mantilla eléctrica de calentamiento con agitación magnética.
- 03 Agitadores magnéticos.

- 01 Fiola de 100 ML.
- 02 Fiolas de 1 litro.
- 03 Pesa muestra.
- 01 Termómetro de 0 a 120 °C.
- 01 Micro pipeta volumétrica Labopete (100-1000UI) Germany.
- 01 Bureta de 25 ML.
- 01 pH-metro microprocesador HANNA instruments.
- 01 Computadora.

### 3.5.8 Criterios de calificación de los grados de poro y translucidez.

#### GRADO DE POROSIDAD DEL ESMALTE DENTAL EN UNA LESIÓN DE MANCHA BLANCA

ZONA	VOLUMEN DE PORO	GRADO DE POROSIDAD
Intacta o Sana.	Menor 1%	I
Traslúcida	Mayor 1%	II
Oscura.	2 – 4 %	III
Cuerpo de la lesión	Mayor 5%	IV

Fuente: Thylstrup

**RESISTENCIA A LA DISOLUCIÓN, TRASLUCIDEZ, OPACIDAD Y  
POROSIDAD DEL ESMALTE DENTAL MEDIANTE LA VARIACIÓN DEL  
MEDIO EXISTENTE EN LOS ESPACIOS INTERCRISTALINOS.**

<b>RESISTENCIA A LA DISOLUCION</b>	<b>GRADO DE TRASLUCIDEZ</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>SEVERIDAD DE OPACIDAD</b>	<b>GRADO DE POROSI DAD</b>
Resistencia Conservada (RC)	3	Traslucidez del esmalte dental alta o buena al tener los espacios intercristalinos llenos de agua o de aire. (Puede haber lesiones activas de caries a nivel subclínico).	NO (sin opacidad)	I
	2	Traslucidez del esmalte intermedio o pérdida de la translucidez al tener los espacios intercristalinos llenos de aire luego de un largo secado (45 seg).	Leve	II
Resistencia Disminuida (RD)	1	Traslucidez del esmalte intermedia o pérdida de translucidez al tener los espacios intercristalinos llenos de aire luego de un corto secado (5 seg.)	Moderado	III
	0	Traslucidez del esmalte dental baja o mala o pérdida de translucidez al tener los espacios intercristalinos llenos de agua o aire.	Severo	IV

Fuente: Thylstrup - FEJERSKOV

**3.5.9 Análisis de los Datos:** Procedimientos para la convalidación de las hipótesis:

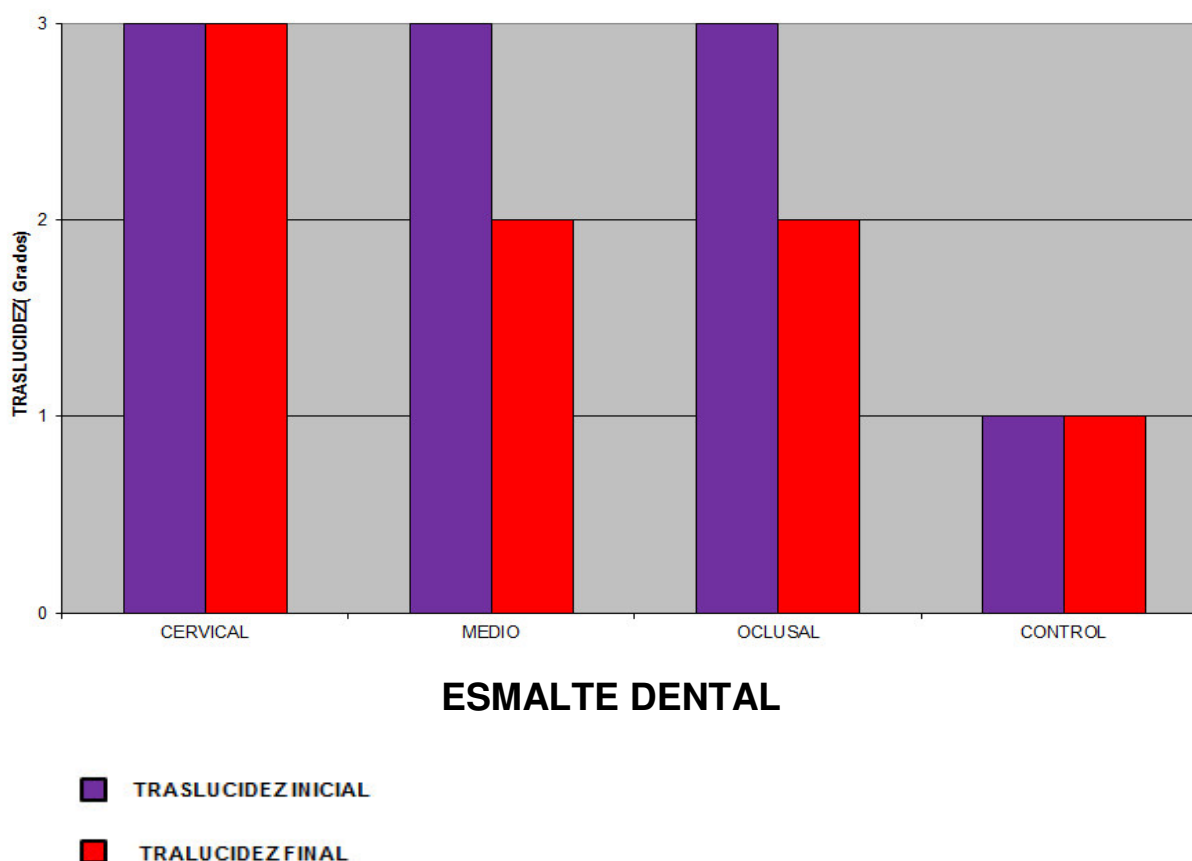
1. Trazo
2. Corte del esmalte dental

3. Adelgazamiento a 30 micras
4. Montaje de la sección delgada
5. Examen del esmalte en el microscopio de polarización

## CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Presentación de resultados, análisis e Interpretación.

FIGURA 1  
**TRASLUCIDEZ DEL ESMALTE DENTAL FRENTE A LA DISOLUCIÓN**  
**DIRECTA**  
**SEGÚNTERCIO DE LA CORONA DEL ESMALTE DENTAL**



El esmalte dental del tercio cervical del grupo experimental obtuvo una translucidez final (grado 3) igual a la translucidez inicial (grado 3) después de la disolución directa en una solución inorgánica-orgánica. (pH cíclico)

El esmalte dental del tercio medio y el esmalte dental del tercio oclusal obtuvieron una translucidez final (grado 2) diferente a la translucidez inicial (grado 3) después de la disolución directa en una solución inorgánica-orgánica. (pH cíclico)

El esmalte dental del tercio cervical del grupo experimental presentó la mejor traslucidez final (grado 3) después de la disolución directa en una solución inorgánica-orgánica.

El esmalte dental del tercio cervical, medio y oclusal del grupo control obtuvo una traslucidez final (grado 1) igual a la traslucidez inicial (grado 1) después de la prueba en agua destilada.

#### Cuadro 1.

Traslucidez inicial por tercios horizontales coronarios en los grupos experimentales y control.

Grupo	Muestra	T. Coronario	G. de Traslucidez
Experimental 1	M1	Cervical	2
		Medio	2
		Oclusal	2
	M2	Cervical	3
		Medio	3
		Oclusal	3
	M3	Cervical	3
		Medio	3
		Oclusal	3
	M4	Cervical	3
		Medio	3
		Oclusal	3
	M5	Cervical	3
		Medio	3
		Oclusal	3
Control	M6	Cervical	2
		Medio	2
		Oclusal	0
	M7	Cervical	2
		Medio	0
		Oclusal	1
	M8	Cervical	1
		Medio	1
		Oclusal	1
	M9	Cervical	0
		Medio	0
		Oclusal	0
	M10	Cervical	1
		Medio	1
		Oclusal	1
Experimental 2	M11	Cervical	1
		Medio	1
		Oclusal	2
	M12	Cervical	1
		Medio	1
		Oclusal	2
	M13	Cervical	0
		Medio	0
		Oclusal	1
	M14	Cervical	2
		Medio	2
		Oclusal	2
	M15	Cervical	2
		Medio	2
		Oclusal	2

Cuadro 2. Resistencia del esmalte en tercios horizontales y grupos experimentales.  
(grado 1)

			Resistencia del Esmalte		Total
			Resistencia Conservada	Resistencia Disminuida	
Tercios Dentarios					
Tercios Cervical	GRUPOS EXPERIMENTALES	pH CICLICO	5	0	5
		GRAB ACIDO	2	3	5
		GRUPO CONTROL	5	0	5
		Total	12	3	15
Tercio Medio	GRUPOS EXPERIMENTALES	pH CICLICO	3	2	5
		GRAB ACIDO	1	4	5
		GRUPO CONTROL	5	0	5
		Total	9	6	15
Tercio <u>Oclusal</u>	GRUPOS EXPERIMENTALES	pH CICLICO	2	3	5
		GRABADO ACIDO	0	5	5
		GRUPO CONTROL	5	0	5
		Total	7	8	15
Total	GRUPOS EXPERIMENTALES	pH CICLICO	10	5	15
		GRABADO ACIDO	3	12	15
		GRUPO CONTROL	15	0	15
		<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>17</b>	<b>45</b>

$$X^2 = 20.609 \quad p < 0.05$$

La acción de los elementos de experimentación en cada uno de los tercios del diente se observa que actúa en forma diferente significativamente.

( $p < 0.05$ ) Al comparar los tres tercios del esmalte dental, se encontró que el tercio oclusal fue el menos resistente a diferencia del tercio cervical fue el más resistente al ataque ácido estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ).

**Cuadro 3: Valores de Chi Cuadrado y de significancia según los tercios horizontales del esmalte.**

**Pruebas de chi-cuadrado**

TERCIOS HORIZONTALES		Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
tercio cervical	Chi-cuadrado de Pearson	7,500 <sup>b</sup>	2	0,024
tercio medio	Chi-cuadrado de Pearson	6,667 <sup>c</sup>	2	0,036
tercio oclusal	Chi-cuadrado de Pearson	10,179 <sup>d</sup>	2	0,006
Total	Chi-cuadrado de Pearson	20,609 <sup>a</sup>	2	0,000



Cuadro 4: RESISTENCIA DEL ESMALTE (OPACIDAD) SEGÚN TERCIO CORONARIOS HORIZONTALES.

## Recuento

			Resistencia del Esmalte (opacidad)				Total
Tercios Dentarios			normal	Leve	moderado	severo	
Tercios cervical	GRUPOS	pH CICLICO	5	0	0	0	5
	EXPERIMENTALES	GRAB ACIDO	0	2	1	2	5
		GRUPO CONTROL	5	0	0	0	5
	Total		10	2	1	2	<b>15</b>
Tercio medio	GRUPOS	pH CICLICO	3		2	0	5
	EXPERIMENTALES	GRAB ACIDO	0		3	2	5
		GRUPO CONTROL	5		0	0	5
	Total		8		5	2	<b>15</b>
Tercio oclusal	GRUPOS	pH CICLICO	2		2	1	5
	EXPERIMENTALES	GRAB ACIDO	0		3	2	5
		GRUPO CONTROL	5		0	0	5
	Total		7		5	3	<b>15</b>
Total	GRUPOS	pH CICLICO	10	0	4	1	15
	EXPERIMENTALES	GRAB ACIDO	0	2	7	6	15
		GRUPO CONTROL	15	0	0	0	15
	Total		25	2	11	7	<b>45</b>

 $X^2$  TOTAL = 33,584

p&lt; 0.05

En el grupo experimental 1(pH cíclico) se observa que el tercio cervical no presentó opacidad del esmalte dental. El tercio medio presentó dos muestras con opacidad del esmalte dental moderado y el tercio oclusal presentó dos muestras con opacidad del esmalte dental moderado y una muestra con opacidad del esmalte dental severo.

En el grupo control no se presentó opacidad del esmalte dental. Frente al grabado ácido todas las muestras presentaron opacidad del esmalte dental.

**Cuadro 5: Valores de Chi Cuadrado y de significancia según los tercios horizontales del esmalte.**

Pruebas de chi-cuadrado			
TERCIOS HORIZONTALES	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
tercios cervical	Chi-cuadrado de Pearson 15,000 <sup>b</sup>	6	,020
tercio medio	Chi-cuadrado de Pearson 11,550 <sup>c</sup>	4	,021
tercio oclusal	Chi-cuadrado de Pearson 10,229 <sup>d</sup>	4	,037
Total	Chi-cuadrado de Pearson 33,584 <sup>a</sup>	6	,000

**Cuadro 6. RESISTENCIA DEL ESMALTE (VOLUMEN DE POROSIDAD FINAL) SEGÚN TERCIOS CORONARIOS HORIZONTALES, GRUPO EXPERIMENTALES Y GRUPO CONTROL.**

Recuento

			Volumen de la Porosidad del Esmalte				Total
			GRADO I <1%	GRADO II >1%	GRADO III 2 – 4 %	GRADO IV >5 %	
Tercios Dentarios.							
tercios cervical	GRUPOSEXPERIMENTALES	pH CICLICO	5	0	0	0	5
		GRAB ACIDO	0	2	1	2	5
		GRUPO CONTROL	5	0	0	0	5
	Total		10	2	1	2	15
tercio medio	GRUPOSEXPERIMENTALES	pH CICLICO	3		2	0	5
		GRAB ACIDO	0		3	2	5
		GRUPO CONTROL	5		0	0	5
	Total		8		5	2	15
tercio oclusal	GRUPOSEXPERIMENTALES	pH CICLICO	2		2	1	5
		GRAB ACIDO	0		3	2	5
		GRUPO CONTROL	5		0	0	5
	Total		7		5	3	15
Total	GRUPOSEXPERIMENTALES	pH CICLICO	10	0	4	1	15
		GRAB ACIDO	0	2	7	6	15
		GRUPO CONTROL	15	0	0	0	15
	Total		25	2	11	7	45

$P < 0.05$        $\chi^2 = 33.584$

La acción de los elementos de experimentación en cada uno de los tercios del diente se observa que actúa en forma diferente significativamente ( $p < 0.05$ ).

Al comparar los tres tercios del Esmalte, se encontró que el tercio oclusal fue el que presentó resistencia disminuida del esmalte, por tener mayor grado de porosidad, a diferencia del tercio cervical que fue el que presentó resistencia conservada del esmalte, por tener menor porosidad.

**Cuadro 7: Valores de Chi Cuadrado y de significancia según los tercios horizontales del esmalte.**

**Pruebas de chi-cuadrado**

TERCIOS HORIZONTALES	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
tercios cervical	Chi-cuadrado de Pearson 15,000 <sup>b</sup>	6	,020
tercio medio	Chi-cuadrado de Pearson 11,550 <sup>c</sup>	4	,021
tercio oclusal	Chi-cuadrado de Pearson 10,229 <sup>d</sup>	4	,037
Total	Chi-cuadrado de Pearson 33,584 <sup>a</sup>	6	,000

Cuadro 8. Grado de translucidez inicial en tercios horizontales del Esmalte.

Grupo	Tercio	0		1		2		3		Total	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	Cervical	0	0	0	0	1	20	4	80	5	100
	Medio	0	0	0	0	1	20	4	80	5	100
	Oclusal	0	0	0	0	1	20	4	80	5	100
Grupo Control	Cervical	1	20	2	40	2	40	0	0	5	100
	Medio	2	40	2	40	1	20	0	0	5	100
	Oclusal	2	40	3	60	0	0	0	0	5	100
Total		5		7		6		12		30	

Hubo una muestra en el grupo experimental con grado de translucidez inicial 2 y cuatro muestras con grado de translucidez inicial 3. El grupo control presentó disoluciones naturales del esmalte dental que afectaban su translucidez.

Cuadro 9. Grado de translucidez final en tercios horizontales del Esmalte.

Grupo	Tercio	0		1		2		3		Total	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	Cervical	0	0	0	0	0	0	5	100	5	100
	Medio	0	0	2	40	0	0	3	60	5	100
	Oclusal	1	20	2	40	0	0	2	40	5	100
Grupo Control	Cervical	1	20	2	40	2	40	0	0	5	100
	Medio	2	40	2	40	1	20	0	0	5	100
	Oclusal	2	40	3	60	0	0	0	0	5	100
Total		6		11		3		10		30	

En el grupo experimental, cinco muestras del tercio cervical, tres muestras del tercio medio y dos muestras del tercio oclusal tuvieron grado de translucidez final 3, indicando resistencia conservada frente a la disolución directa. En el grupo control la translucidez final de las muestras se conservaron por estar en agua destilada.

Cuadro 10. Cambios producidos entre la translucidez inicial y final

Grupo	Tercio	conservados		disminuidos		Total	
		F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	Cervical	5	100	0	0	5	100
	Medio	3	60	2	40	5	100
	Oclusal	2	40	3	60	5	100
Grupo Control	Cervical	5	100	0	0	5	100
	Medio	5	100	0	0	5	100
	Oclusal	5	100	0	0	5	100
Total		25		5		30	

En el grupo experimental la translucidez inicial se conservó en los tres tercios, siendo mayor la conservación en el tercio cervical. En el grupo control no hubo disminución de la translucidez inicial por estar en agua destilada.

#### COMPARACIONES DENTRO DE LOS TERCIOS

Cuadro 11. Comparación de la translucidez dentro de los tercios cervicales

Grupo	Conservados		Disminuidos		Total	
	F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	5	100	0	0	5	100
Grupo Control	5	100	0	0	5	100
Total	10		0		10	

El 100 % de los tercios cervicales conservó su translucidez inicial después de la disolución directa en un modelo pH cíclico de 90 días.

Cuadro 12. Comparación de la traslucidez dentro de los tercios medios

Grupo	Conservados		Disminuidos		Total	
	F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	3	60	2	40	5	100
Grupo Control	5	100	0	0	5	100
Total	8		2		10	

El 60% de los tercios medios conservó su traslucidez inicial después de la disolución directa en un modelo pH cíclico de 90 días.

Cuadro 13. Comparación de la traslucidez dentro de los tercios oclusales

Grupo	Conservados		Disminuidos		Total	
	F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	2	40	3	60	5	50
Grupo Control	5	100	0	0	5	50
Total	7		3		10	100

El 40% de los tercios oclusales conservó su traslucidez inicial después de la disolución directa en un modelo pH cíclico de 90 días.

### COMPARACIONES ENTRE TERCIOS

Cuadro 14. Comparación de la traslucidez entre tercios del grupo experimental

Tercio	Conservados		Disminuidos		Total	
	F	%	F	%	F	%
Tercio Cervical	5	100	0	0	5	100
Tercio Medio	3	60	2	40	5	100
Tercio Oclusal	2	40	3	60	5	100
Total	10	200	5	100	15	300

En el grupo experimental el tercio cervical conservó su traslucidez en un 100%, el tercio medio conservó su traslucidez en un 60% y el tercio oclusal conservó su traslucidez en un 40%.

Cuadro 15. Comparación de la translucidez entre tercios del grupo control

Tercio	Conservados		Disminuidos		Total	
	F	%	F	%	F	%
Tercio Cervical	5	100	0	0	5	100
Tercio Medio	5	100	0	0	5	100
Tercio Oclusal	5	100	0	0	5	100
Total	15	300	0	0	15	300

En el grupo control el tercio cervical, medio y oclusal conservaron su translucidez en un 100%.

Cuadro 16. Opacidad inicial por severidad y tercios

Grupo	Tercio	sin opacidad		leve		moderada		severa		Total	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	Cervical	4	80	1	20	0	0	0	0	5	100
	Medio	4	80	1	20	0	0	0	0	5	100
	Oclusal	4	80	1	20	0	0	0	0	5	100
Grupo Control	Cervical	0	0	2	40	2	40	1	20	5	100
	Medio	0	0	1	20	2	40	2	40	5	100
	Oclusal	0	0	0	0	3	60	2	40	5	100
Total		12		6		7		5		30	

En el grupo experimental sólo el 20% de las muestras presentó opacidad inicial leve y el 80% se presentó sin opacidad inicial. El grupo control el 100% de los tercios presentó algún grado de opacidad inicial.



Cuadro 17. Opacidad final por severidad y tercios

Grupo	Tercio	sin opacidad		leve		moderada		severa		Total	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	Cervical	5	100	0	0	0	0	0	0	5	100
	Medio	3	60	0	0	2	40	0	0	5	100
	Oclusal	2	40	0	0	2	40	1	20	5	100
Grupo Control	Cervical	0	0	2	40	2	40	1	20	5	100
	Medio	0	0	1	20	2	40	2	40	5	100
	Oclusal	0	0	0	0	3	60	2	40	5	100
Total		10		3		11		6		30	

Después de la disolución directa en el grupo experimental el 66.66% de los tercios se presentaron sin opacidad y el 33.33% de los tercios con opacidad.

Cuadro 18. Cambios producidos entre la opacidad inicial y final

Grupo	Tercio	conservados		disminuidos		Total	
		F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	Cervical	5	100	0	0	5	100
	Medio	3	60	2	40	5	100
	Oclusal	2	40	3	60	5	100
Grupo Control	Cervical	5	100	0	0	5	100
	Medio	5	100	0	0	5	100
	Oclusal	5	100	0	0	5	100
Total		25		5		30	

En el grupo experimental el 100% de los tercios cervicales se presentaron sin opacidad a un después de disolución directa (conservado). En el grupo control el 100% de los tercios cervicales conservaron su opacidad inicial después del agua destilada.

## COMPARACIONES DENTRO DE LOS TERCIOS

Cuadro 19. Comparación de la opacidad dentro de los tercios cervicales

Grupo	Conservados		Disminuidos		Total	
	F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	5	100	0	0	5	100
Grupo Control	5	100	0	0	5	100
Total	10		0		10	

En el grupo experimental el 100% de los tercios cervicales se presentaron sin opacidad después de la disolución directa. En el grupo control el 100% de los tercios cervicales conservaron su opacidad inicial después del agua destilada.

Cuadro 20. Comparación de la opacidad de los tercios medios

Grupo	Conservados		Disminuidos		Total	
	F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	3	60	2	40	5	100
Grupo Control	5	100	0	0	5	100
Total	8		2		10	

En el grupo experimental el 60% de los tercios medios se presentaron sin opacidad después de la disolución directa. En el grupo control el 100% de los tercios medios conservaron su opacidad inicial después del agua destilada.

Cuadro 21. Comparación de la opacidad dentro de los tercios oclusales.

Grupo	Conservados		Disminuidos		Total	
	F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	2	40	3	60	5	100
Grupo Control	5	100	0	0	5	100
Total	7		3		10	

En el grupo experimental el 40% de los tercios oclusales se presentaron sin opacidad aún después de la disolución directa. En el grupo control el 100% de los tercios oclusales conservaron su opacidad inicial después del agua destilada.

## COMPARACIONES ENTRE TERCIOS

Cuadro 22. Comparación de la opacidad entre tercios del grupo experimental.

Tercio	Conservados		Disminuidos		Total	
	F	%	F	%	F	%
Tercio Cervical	5	100	0	0	5	100
Tercio Medio	3	60	2	40	5	100
Tercio Oclusal	2	40	3	60	5	100
Total	10		5		15	

El 100% de los tercios cervicales se conservaron sin opacidad aun después de la disolución directa. El 60% de los tercios medios se conservaron sin opacidad después de la disolución directa. El 40% de los tercios oclusales se conservaron sin opacidad después de la disolución directa.

Cuadro 23. Comparación de la opacidad entre tercios del grupo control

Tercio	Conservados		Disminuidos		Total	
	F	%	F	%	F	%
Tercio Cervical	5	100	0	0	5	100
Tercio Medio	5	100	0	0	5	100
Tercio Oclusal	5	100	0	0	5	100
Total	15		0		15	300

El 100% de los tercios cervicales, medios y oclusales conservaron su opacidad inicial después del agua destilada.

Cuadro 24. Grado de porosidad inicial en tercios horizontales del Esmalte.

Grupo	Tercio	grado I		grado II		grado III		grado IV		Total	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	Cervical	5	100	0	0	0	0	0	0	5	100
	Medio	5	100	0	0	0	0	0	0	5	100
	Oclusal	5	100	0	0	0	0	0	0	5	100
Grupo Control	Cervical	0	0	2	40	2	40	1	20	5	100
	Medio	0	0	1	20	2	40	2	40	5	100
	Oclusal	0	0	0	0	3	60	2	40	5	100
Total		12		6		7		5		30	

En el grupo experimental el 100% de los tercios (15 tercios) presentaron grado I de porosidad inicial. En el grupo control el 100% de los tercios (15 tercios) presentaron grado de porosidad inicial diferente a I (II, III o IV).

Cuadro 25. Grado de porosidad final en tercios horizontales del Esmalte.

Grupo	Tercio	grado I		grado II		grado III		grado IV		Total	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	Cervical	5	100	0	0	0	0	0	0	5	100
	Medio	3	60	0	0	2	40	0	0	5	100
	Oclusal	2	40	0	0	2	40	1	20	5	100
Grupo Control	Cervical	0	0	2	40	2	40	1	20	5	100
	Medio	0	0	1	20	2	40	2	40	5	100
	Oclusal	0	0	0	0	3	60	2	40	5	100
Total		10		3		11		6		30	

Después de la disolución directa en el grupo experimental el 66.66% de los tercios (10 tercios) se presentaron con grado I de porosidad y el 33.33% (5 tercios) con grado III y IV.

Cuadro 26. Cambios producidos entre la porosidad inicial y final

Grupo	Tercio	conservados		aumentada		Total	
		F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	Cervical	5	100	0	0	5	100
	Medio	3	60	2	40	5	100
	Oclusal	2	40	3	60	5	100
Grupo Control	Cervical	5	100	0	0	5	100
	Medio	5	100	0	0	5	100
	Oclusal	5	100	0	0	5	100
Total		25		5		30	

El grupo experimental presentó 10 tercios con porosidad conservada y 5 tercios con porosidad aumentada.

#### COMPARACIONES DENTRO DE LOS TERCIOS

Cuadro 27. Comparación de la porosidad dentro de los tercios cervicales.

Grupo	Conservados		Aumentada		Total	
	F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	5	100	0	0	5	100
Grupo Control	5	100	0	0	5	100
Total	10		0		10	

En el grupo experimental el 100% de los tercios cervicales presentaron porosidad conservada. En el grupo control el 100% de los tercios cervicales conservaron su porosidad inicial.

Cuadro 28. Comparación de la porosidad dentro de los tercios medios.

Grupo	Conservados		Aumentada		Total	
	F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	3	60	2	40	5	100
Grupo Control	5	100	0	0	5	100
Total	8		2		10	

En el grupo experimental el 60% de los tercios medios presentó porosidad conservada y el 40% de los tercios medios presentó porosidad aumentada después de la disolución directa. En el grupo control el 100% de los tercios medios conservaron su porosidad inicial.

Cuadro 29. Comparación de la porosidad dentro de los tercios oclusales.

Grupo	Conservados		Disminuidos		Total	
	F	%	F	%	F	%
Grupo Experimental	2	40	3	60	5	100
Grupo Control	5	100	0	0	5	100
Total	7		3		10	

En el grupo experimental el 40% de los tercios oclusales presentaron porosidad conservada después de la disolución directa. En el grupo control el 100% de los tercios oclusales conservaron su porosidad inicial después del agua destilada.

## COMPARACIONES ENTRE TERCIOS

Cuadro 30. Comparación de la porosidad final entre tercios del grupo experimental.

Tercio	Conservados		Aumentada		Total	
	F	%	F	%	F	%
Tercio Cervical	5	100	0	0	0	100
Tercio Medio	3	60	2	40	5	100
Tercio Oclusal	2	40	3	60	5	100
Total	10		5		15	

El 100% de los tercios cervicales, el 60% de los tercios medios y el 40% de los tercios oclusales del grupo experimental presentaron porosidad final conservada. El 0% de los tercios cervicales, el 40% de los tercios medios y el 60% de los tercios oclusales del grupo experimental presentaron porosidad final aumentada,

Cuadro 31. Comparación de la porosidad final entre tercios del grupo control.

Tercio	Conservados		Disminuidos		Total	
	F	%	F	%	F	%
Tercio Cervical	5	100	0	0	5	100
Tercio Medio	5	100	0	0	5	100
Tercio Oclusal	5	100	0	0	5	100
Total	15		0		15	

El 100% de los tercios cervicales, el 100% de los tercios medios y el 100% de los tercios oclusales del grupo control presentaron porosidad final conservada.

## 4.2 DISCUSIÓN

Lo hallado en el cuadro 14 (traslucidez) indica que el grupo experimental en el tercio cervical conservó un 100% su translucidez, el tercio medio conservó su translucidez en un 60% y el tercio oclusal conservó su translucidez en un 40%.

Según el cuadro 15 en el grupo control al no variar su translucidez estamos probando que las muestras sometidas al modelo pH cíclico si produjo cambios. (Ver anexo 7, 8, 9,10 y 11)

Con esto comprobamos que al conservar el 100% de su translucidez el tercio cervical presenta mayor resistencia que el tercio medio y oclusal.

Coincidiendo con Sanchez-Perez y Col. que tuvieron como propósito determinar la resistencia del esmalte permanente a la disolución ácida, usaron esmalte dental joven, es decir de niños de ocho (8) años de edad en promedio a los cuales se les realizó la prueba de resistencia del esmalte dental RM. Coincide con el estudio porque ellos encontraron que a pesar de ser un esmalte dental inmaduro, el 56.4% registró esmalte dental muy resistente y creemos que eso es debido a la presencia del esmalte dental aprismático. Otra coincidencia con este estudio es que ellos concluyen que la distribución de la resistencia del esmalte no es homogénea y que esta aumenta proporcionalmente conforme al tercio de erupción.

Esto coincide con THILSTRUP que sostiene que hay una relación directa entre translucidez y resistencia del esmalte dental.

Lo hallado en el cuadro 17 (opacidad) indica que en el grupo experimental en el tercio cervical se presentó con 0% de opacidad, el tercio medio con 40% de opacidad y el tercio oclusal con 40% con opacidad moderada y el 20% con opacidad severa.

Según el cuadro 17 en el grupo control se comprueba la veracidad de los resultados encontrados en el grupo experimental.

Con esto comprobamos que el tercio cervical fue 100% resistente a la disolución directa al presentar 0% de opacidad.



Esto coincide con THILSTRUP que sostiene que hay una relación inversamente proporcional a la resistencia: a mayor opacidad menor resistencia a la disolución directa.

Lo hallado en el cuadro 26 ( porosidad) indica que en el grupo experimental en el tercio cervical la porosidad inicial fue igual a la final en un 100% de las muestras, en el tercio medio el 60% de las muestras conservó la porosidad inicial del mismo modo en el tercio oclusal el 40% de las muestras conservó la porosidad inicial.

En el grupo control comprobamos que el agua destilada no produjo variación en la porosidad.

Con esto comprobamos que el tercio cervical fue 100% resistente a la disolución directa al presentar 0.1% de porosidad.

Coincidiendo con THILSTRUP que sostiene que hay una relación inversamente proporcional entre la porosidad y la resistencia del esmalte a la disolución directa.

## CONCLUSIONES

- 1.- El tercio cervical del esmalte dental presenta mayor resistencia a la disolución directa que el tercio medio y oclusal por presentar mayor traslucidez.
- 2.- El tercio cervical del esmalte dental presenta mayor resistencia a la disolución directa que el tercio medio y oclusal por presentar menor opacidad.
- 3.- El tercio cervical del esmalte dental presenta mayor resistencia a la disolución directa que el tercio medio y oclusal por presentar menor porosidad.
- 4.- La resistencia del esmalte dental del tercio cervical se conservó durante la disolución directa.

## RECOMENDACIONES

1.- Para un próximo estudio se recomienda que las muestras de esmalte dental humano donado pertenezcan todas a un mismo distrito donde se conozca la concentración del ión flúor en el agua. Anamnesis ¿Dónde vivió durante la amelogénesis? (0 – 16 años) Descartar insuficiencia renal, Fibrosis quística, enfermedad prolongada (generalizada) durante la amelogénesis, raquitismo dependiente de vitamina D, Hipoparatiroidismo, eritroblastosis fetal debido a Quernictero, Hiperbilirrubinemia neonatal, Porfiria, tetraciclinas, Fluorosis dental y sífilis..

2.- Realizar un estudio, en el esmalte dental mayor, con el fin de observar con qué frecuencia encontramos esmalte dental aprismático o capa de Darling.

3.- Crear una nueva tecnología para observar y valorar la traslucidez del esmalte dental.

4.- Perfeccionar un método *in Vitro* de remineralización de lesiones de mancha blanca naturales.

5.- Que las muestras de esmalte dental pertenezcan a personas de una sola edad o agruparlos por edades:

Ejemplos:

Permanentes Jóvenes: 12, 13, y 14 años.

Permanentes: 23, 25, y 27 años.

6.- Para futuros estudios del esmalte dental sano o desmineralizado en el microscopio de polarización recomendamos que en la primera cita se realice solamente el estudio del esmalte dental en seco y en agua. Después de la primera cita y antes de la segunda cita montar las muestras de esmalte dental en bálsamo de Canadá. En la segunda y última cita se estudiara el esmalte dental solo en bálsamo de Canadá porque necesita un calentamiento y enfriamiento previo.

7.- Incluir al esmalte dental aprismático dentro de las unidades estructurales secundarias porque actualmente está formando la unidad estructural básica del esmalte junto con los prismas del esmalte y los cristales de hidroxiapatita.

8.- La translucidez inicial y final del esmalte dentario se puede obtener mediante el examen macroscópico según la variación del medio existente en los espacios intercristalinos antes y después de una solución inorgánica - orgánica pH5 y del grabado ácido.

9.- El grado de porosidad del esmalte dentario se observa con el microscopio de polarización.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

1. Dawson P. Evaluación, diagnóstico y tratamiento de los problemas oclusales. 2a ed. Barcelona España: Salvat Editores S.A; 1991.
2. Hinojosa H G. Caries Dental: Principios y Procedimientos para el Diagnóstico. Lima: Ripano S.A; 2009.
3. Nanci A. Ten Cate Histología Oral: Desarrollo, Estructura y Función. 2a ed. Buenos Aires Argentina: Editorial Panamericana; 1994.
4. Gomes D B, Marras I. Collagen Directa de Brackets Ortodonticos. Una revisión. Resumen de monografía presentada para obtención de título de especialista en ortodoncia. Brasil: Medica Panamericana; 2000.
5. Bhaskar S. Histología y Embriología Bucal de Orban. 9na ed. Buenos Aires Argentina: Editorial el Ateneo; 1986.
6. Méndez A M, Baggio P E, Chevitarrese O. Mapeamento do esmalte de face vestibular do 1º pre-molar inferior. Revista SBO. 1992 Jun;2(1):2-6.
7. Thylstrup A, Fejerskov O. Caries. Barcelona España: Doyma; 1998.
8. Sánchez T, Sáenz L, Gómez M, Quiroz J. Resistencia del esmalte a la disolución ácida y su correlación con la caries dental. Salud pública Méx. 1995 may-jun;37(3):224-31.
9. Morales R. Efecto Remineralizante del Fosfato de Calcio Fosfopéptido Amorfo en la Lesión Inicial de Caries *in vitro* [Tesis]. Lima –Perú: 2010.
10. Silverstone L. The surface zone in caries and in caries like. Lesions produced in vitro. Br. Dent J 1968;125:145-157.
11. Boreal, M. Enciclopedia de la Ciencia y de la Tecnología. Ed. Océano Tomo 6. Mex.1998.
12. Moya T, Ceballos R. Remineralización de lesiones cariosas insipientes mediante la aplicación de fosfopéptidos de caseína – fosfato de calcio amorfo fluorado con y sin acondicionamiento previo al esmalte. Estudio in vitro. [Tesis] Quito- Ecuador: 2016.
13. Macías S, Romero P. Estudio in vitro del efecto erosivo en la superficie del esmalte dental por acción de tres bebidas industrializadas. [Tesis] Quito- Ecuador: 2015.

14. Ramírez Ch. Chávez G. Efecto del salbutamol, terbutalina y oxígeno sobre la microdureza superficial del esmalte dentario. Kiru. 2010; 7(2):50-56.
15. Flores Concha P. Nivel del pH salival de niños de 6 meses a 18 meses de edad con ingesta de leche evaporada modificada y leche materna. Kiru.(on line) 2010; ene-jun,7(1):17-24. Disponible en [http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s1812-78862010000100005&nrm=iso,ISSN 1812 - 7886](http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1812-78862010000100005&nrm=iso,ISSN 1812 - 7886)
16. Nicolás S A. Estudio in vitro del efecto de diferentes métodos de acondicionamiento del esmalte en el recementado de brackets. [Tesis doctoral]. España: Salud; 2010.
17. Delgado M E “Estudio de la disolución de piezas dentales humanas con o sin fluoruro por la acción de soluciones acuosas de fosfatos/síntesis y caracterización de fosfatos”. Trabajo de grado Departamento de Química. [tesis]. Colombia: 2007.
18. Torres R C. Efectos microquímicos del peróxido de hidrógeno de alta concentración y ácido fosfórico sobre la capa superficial y sub-superficial del esmalte bovino [tesis].España: Editorial de la Universidad de granada; 2010.
19. Yamazaki H, Margolis H. Enhanced enamel remineralization under acidic conditions *in vitro*. J Dent Res. 2008 Jun; 87(6):569-74.
20. Burwell AK, Stone AS, Gibson A. Potencial for healing of white spot lesions with novel products. J. Dent Res 87. 2008;2(1):45.
21. Sebastian P. Surface Layer erosion off natural caries lesions with phosphoric and Hydroclorid acid gels in preparation for resin in filtration. Caries research. 2007;41(3)
22. Sorado L, Mourelle R, Gracia P. Alteraciones en la estructura del esmalte dental en niños que cursan con la aparición de manchas blancas. Cient. dent. 2007 Abr; 4(1):23-7.
23. Alvarado E. Estudio clínico comparativo de dos técnicas utilizadas en el tratamiento de las manchas blancas en dientes permanentes jóvenes. [Tesis]. Lima Perú. 2010.

24. Gispert E, Cantillo E, Rivero A, Cruz M. Remineralización in vivo del Esmalte Desmineralizado Artificialmente. Rev. cubana estomatológica. 2001;38(1):5-9.
25. Sáenz L, Sánchez T. Resistencia del esmalte en individuos carioactivos y libres de caries .Tem Selec Invest Clín. 1997;3(1):77-88.
26. Garrido J, Martínez R, Salvador L, Garrido M, Valiente C, Martín A. Efectos de la radiación Laser CO2 sobre el esmalte Dental. Rev. Cubana Estomatológica.1995.
27. Pretty A, Pender N, Edgar W, Higham S. The in vitro detection of early enamel de-and re-mineralization adjacent to bonded orthodontic cleats using quantitative light-induced fluorescence. European Journal of Orthodontics.2003;25(1)217-223.
28. Kerr P. Mineralogía Óptica. 3a ed. New York: Ediciones Castilla; 1965.
29. Gálvez C L. Anatomía Dental. Lima: Editorial Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2009.
30. Ruiz C S. "Estudio Histológico de la Hiper cementosis en Caninos" [Tesis]; Lima- Perú: 1972.
31. Guenther R. Modern optics. New York E.E.U.U: Editorial Wiley; 1990.
32. Schwan I. Propiedades Ópticas. Lima Perú: Editorial Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2010.
33. Nikiforuk G. Caries dental Aspectos Básicos y Clínicos. Buenos Aires Argentina: Editorial Mundi; 1986.
34. Sancho. Caracterización de la Dentina y el esmalte Humano, mediante resinas compuestas: a propósito de dos casos. Ac. Estetic. Dental; 2006.
35. Gomes M. Histología y Embriología Bucodental. Madrid España: Editorial Médica Panamericana; 1999.
36. Abramovich A. Histología y Embriología Dentaria. 2da ed. Argentina: 1999.
37. Figún M, Garino R. Anatomía Odontológica Funcional y Aplicada. Argentina: El Ateneo Editores; 2010.
38. Tatevossian A. Gould CT. The composition of the aqueous phase in human dental plaque. Arch Oral Biol. 1,976;21(5):319-23.
39. Barranco J. Al examen y Diagnostico en cariología. Operatoria dental 3a ed. Argentina: Editorial Médica Panamericana; 1999.

40. Martínez O. Geriatria y Gerontología odontológica y estomatológica. Port. Med.com [serie en Internet]. 2007. [Consultado 8 de Mayo de 2010]
41. Irigoyen, E. Estomatología Geriátrica. En: Programa de actualización continua para médicos generales. Libro 7. Geriatria. México: Academia Nacional de Medicina; 2000.
42. Moreno F. Diccionario Enciclopédico Básico Salvat Uno. Salvat Editores S.A. Barcelona España; 1984 p.
43. Iruretegoyena M. Grabado Acido del Esmalte dental y adhesión a dentina. Salud Dental para todos.[Revista on-line] 2012 [Consultado 17 de Febrero de 2014]; Disponible en: <[http// www.sdpt.net/operatoria dental/](http://www.sdpt.net/operatoria_dental/).



## ANEXOS


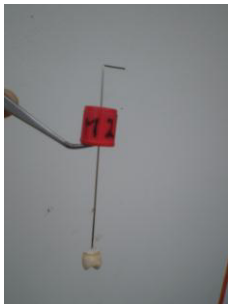



1. Preparación de solución para Esmalte dental
2. Preparación del Esmalte dental permanente maduro. Grupo de Estudio N°1 y Grupo Control.
3. Primer Examen Óptico macroscópico *in vitro* del esmalte Dental. Grupo de Estudio N°1, grupo control. Mejor Valoración de traslucidez Inicial
4. Disolución Directa del esmalte *in Vitro* a 37°C. Grupo de Estudio N°1
5. Segundo Examen óptico Macroscópico *in vitro*. Traslucidez del Esmalte dental. Grupo de Estudio N°1 y Grupo Control.
6. Examen Óptico microscópico Esmalte Dental.
7. Resultado macroscópico de la muestra M1.
8. Resultado macroscópico de la muestra M2.
9. Resultado macroscópico de la muestra M3.
10. Resultado macroscópico de la muestra M4.
11. Resultado macroscópico de la muestra M5.
12. Preparación de la sección delgada para su estudio en el microscopio de polarización.
13. Bálsamo de Canadá en el horno microondas para su calentamiento previo al montaje de la muestra.
14. Muestra M7 en Bálsamo de Canadá.
15. Resultados Microscópicos de la muestra M1.
16. Resultado Microscópico de la muestra M2.
17. Resultado Microscópico de la muestra M3.
18. Resultado Microscópico de la muestra M4.
19. Resultado Microscópico de la muestra M5.
20. Resultado Macroscópico de la muestra M11.
21. Resultado Macroscópico de la muestra M12.
22. Resultado Macroscópico de la muestra M13.
23. Resultado Macroscópico de la muestra M14.
24. Resultado Macroscópico de la muestra M15.

- 25. Resultado Microscópico de la muestra M11
- 26. Resultado Microscópico de la muestra M12.
- 27. Resultado Microscópico de la muestra M13
- 28. Resultado Microscópico de la muestra M14.
- 29. Resultado Microscópico de la muestra M15.
- 30. Grupo Control (muestras M6,M7,M8,M9 y M10)
- 31. Resultado Microscópico de la muestra M7.
- 32. Resultado Microscópico de la muestra M8.
- 33. Fotocopia de carta de estudio químico.
- 34. Informe de ensayo.
- 35. Fotocopia de Informe Técnico- acta de entrega.




**Anexo 1**

PREPARACION DE SOLUCION PARA ESMALTE DENTAL			
BALANZA	FIOLA Y SALES	AGITACION	ADECUACION DE PH
			

### Anexo 2

PREPARACION DEL ESMALTE DENTAL PERMANENTE MADURO GRUPO ESTUDIO Nº 1 Y GRUPO CONTROL				
CORTE	COLOCACION DE ALAMBRE	LAVADO	SECADO	MUESTRA EN TUBO DE ENSAYO.
				

## Anexo 3

PRIMER EXAMEN OPTICO MACROSCOPICO IN VITRO DEL ESMALTE DENTAL GRUPO ESTUDIO Nº 1 Y GRUPO CONTROL. VALORACIÓN DE TRASLUCIDEZ INICIAL.		
ESMALTE DENTAL HUMEDO EN AGUA A 37°C	ESMALTE DENTAL SECO ( AIRE )	
	CORTO SECADO (5 SEGUNDOS.)	LARGO SECADO (45 SEGUNDOS.)
		

## Anexo 4

DISOLUCION DIRECTA DEL ESMALTE DENTAL IN VITRO A 37 °C GRUPO ESTUDIO N° 1	
ESMALTE DENTAL EN SOLUCION DE 35 MINUTOS	ESMALTE DENTAL EN SOLUCION DE 7 HORAS
	

## Anexo 5

SEGUNDO EXAMEN OPTICO MACROSCOPICO IN VITRO TRASLUCIDEZ FINAL DEL ESMALTE DENTAL GRUPO ESTUDIO Nº 1 Y GRUPO CONTROL		
ESMALTE DENTAL. EN AGUA (HUMEDO) A 37°C.	ESMALTE DENTAL SECO (AIRE)	
	CORTO SECADO 5 Seg.	LARGO SECADO 45 Seg.
		

## Anexo 6

EXAMEN OPTICO MICROSCOPICO DEL ESMALTE DENTAL				
TRAZO	CORTE DEL ESMALTE DENTAL	ADELGAZAMIENTO A 30 MICRAS	MONTAJE DE SECCION DELGADA	M.L. P.
		 		



Anexo 7. Resultado macroscópico realizado con luz natural del estudio In vitro de la resistencia del esmalte dental del tercio cervical frente a la disolución directa.

muestra uno



Fotografía del EXAMEN OPTICO MACROSCÓPICO del “GRADO DE TRASLUCIDEZ final del esmalte dental ( $^{\circ}$  T. f.)”, de la cara distal de la corona de la pieza 2,5 llamada muestra uno o M1, con los espacios intercristalinos o poros llenos de aire con el fin de visualizar si hubo o no pérdida de translucidez inicial ( $^{\circ}$  T .i.) después de una “PRUEBA IN VITRO DE RESISTENCIA A LA DISOLUCIÓN DIRECTA” de sus sales de calcio. En M1 toda la superficie del “TERCIO CERVICAL” presentó RESISTENCIA CONSERVADA a esta prueba de desmineralización porque en lugar de pérdida, hubo AUMENTO de su translucidez inicial ( $^{\circ}$  T i = 2,  $^{\circ}$  T f = 3). Sin embargo, UN SECTOR de M1 localizado entre el TERCIO MEDIO y el TERCIO OCLUSAL y ubicado dentro del rectángulo en la fotografía, presentó RESISTENCIA DISMINUIDA a la desmineralización porque aquí M1 presentó PÉRDIDA de translucidez inicial ( $^{\circ}$  T i = 2,  $^{\circ}$  T f = 1 ) debido a la desmineralización inducida en el laboratorio. La opacidad se observó mejor con la ayuda de un LENTE MAGNIFICADOR 3x.

Anexo 8.\_Resultado macroscópico realizado con luz natural del estudio in vitro de la resistencia del esmalte dental del tercio cervical frente a la disolución directa.

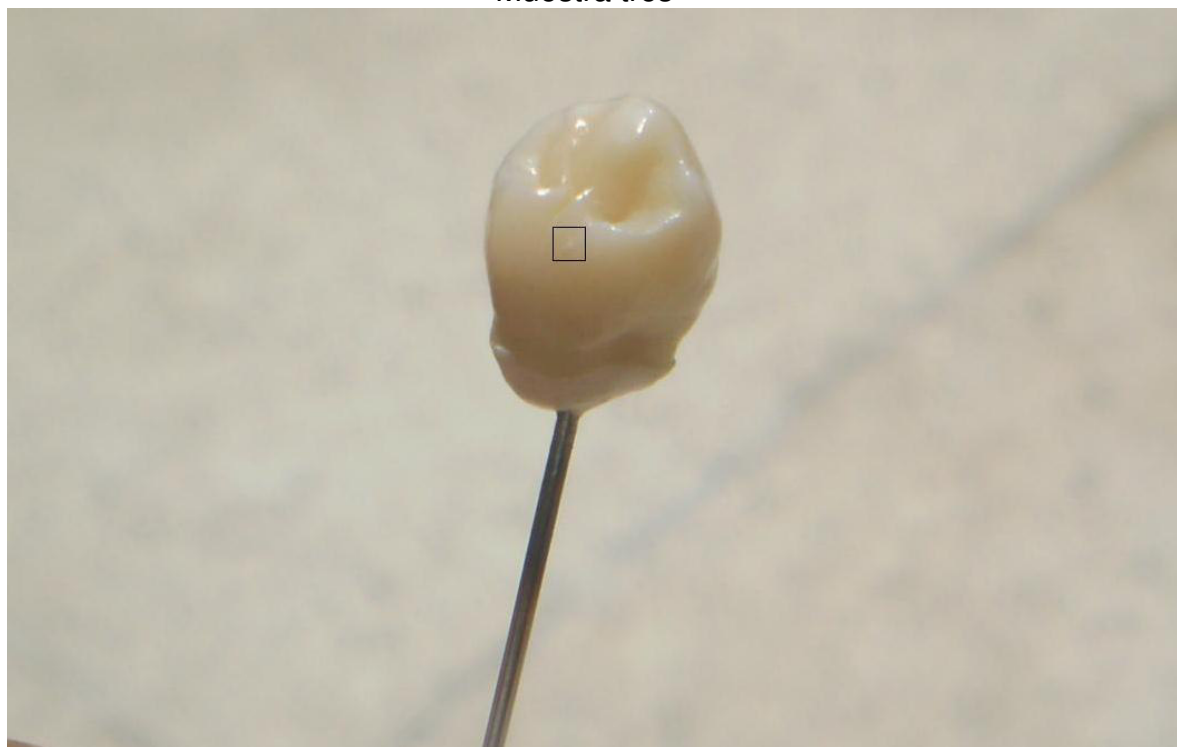
muestra dos



Fotografía del EXAMEN OPTICO MACROSCOPICO del “GRADO DE TRASLUCIDEZ final del esmalte dental ( $^{\circ}$  T. f)”, de la cara mesial de la corona de la pieza 1,4 llamada muestra dos o M2, con los espacios intercristalinos o poros llenos de aire con el fin de visualizar si hubo o no pérdida de translucidez inicial ( $^{\circ}$  T. i.) después de una “PRUEBA IN VITRO DE RESISTENCIA A LA DISOLUCIÓN DIRECTA” de sus sales de calcio. En M2 toda la superficie del “TERCIO CERVICAL” y del TERCIO MEDIO PRESENTARON RESISTENCIA CONSERVADA a esta prueba de desmineralización, porque CONSERVARON la translucidez inicial del mineral ( $^{\circ}$  T. i. = 3,  $^{\circ}$  T. f. = 3). Sin embargo, UN SECTOR del TERCIO OCLUSAL, localizado sobre el borde de una ABRASIÓN pre existente y ubicado dentro del rectángulo en la fotografía, resultó con RESISTENCIA DISMINUIDA, a esta desmineralización, ya que esta zona PERDIÓ translucidez después de la experimentación ( $^{\circ}$  T. i. = 3,  $^{\circ}$  T. f. = 0) Esta opacidad severa del esmalte dental e inducida en el laboratorio fue observada con los espacios intercristalinos llenos de agua o con los espacios intercristalinos llenos de aire y con un LENTE MAGNIFICADOR 3X y tenía forma de línea horizontal.

## Anexo 9 .Resultado macroscópico de la muestra M3

Muestra tres



Fotografía del EXAMEN OPTICO MACROSCOPICO del “GRADO DE TRASLUCIDEZ FINAL del esmalte dental (º T. f.)” correspondiente a la cara lingual de la corona de la pieza dental 3,4, llamada muestra tres o M3 con los espacios intercristalinos o poros llenos de aire, con el fin de visualizar si hubo o no pérdida de traslucidez inicial (º T. i. ) después de una “PRUEBA IN VITRO DE RESISTENCIA A LA DISOLUCIÓN DIRECTA ” de sus sales de calcio. En M3 toda la superficie del “TERCIO CERVICAL” y toda la superficie del TERCIO MEDIO tuvieron resistencia conservada a esta prueba de desmineralización porque CONSERVARON la traslucidez inicial del mineral (º T. i. = 3, º T. f. = 3). Sin embargo, un sector del TERCIO OCLUSAL que está ubicado dentro del rectángulo en la fotografía resultó con resistencia disminuida, a esta desmineralización, ya que esta zona presentó PERDIDA moderada de su traslucidez después de la experimentación (º T. i. = 3, º T. f. = 1 ) Esta opacidad macroscópica o pérdida de traslucidez inducida en el laboratorio apareció después de un CORTO SECADO; después de un LARGO SECADO no se observó otra PERDIDA DE TRASLUCIDEZ.

Anexo 10. Resultado macroscópico realizado con luz natural del estudio in vitro de la resistencia del esmalte dental del tercio cervical frente a la disolución directa.

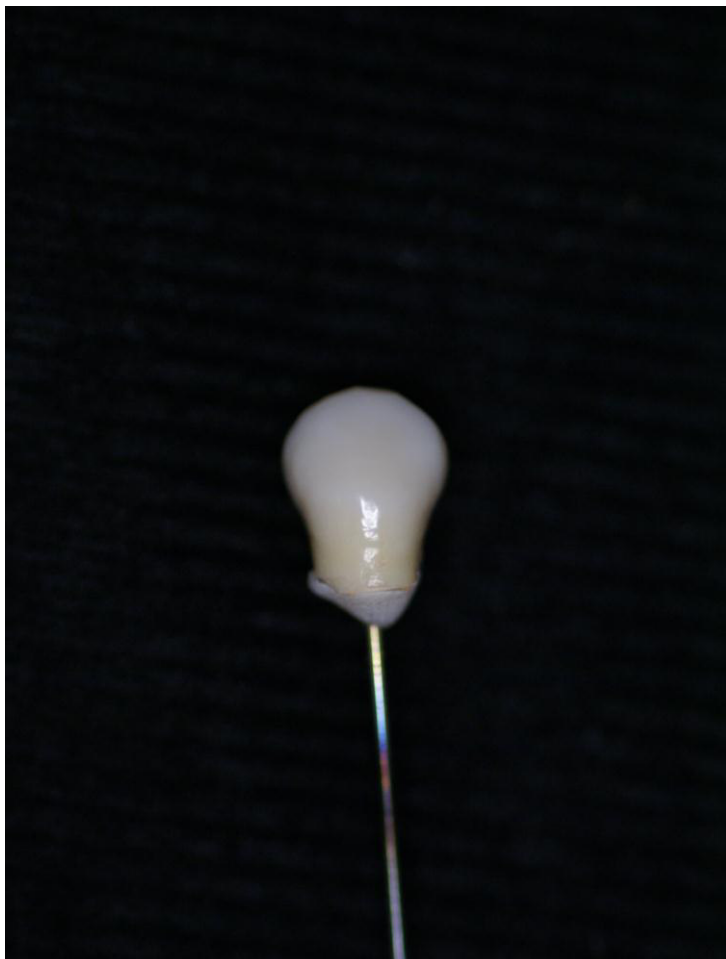
#### Muestra cuatro



Fotografía del EXAMEN OPTICO MACROSCOPICO del “GRADO DE TRASLUCIDEZ FINAL del esmalte dental (º T. f.)” correspondiente a la cara distal de la corona de la pieza 3,4, llamada muestra cuatro o M4, con los espacios intercristalinos o poros llenos de aire, después de una “PRUEBA IN VITRO DE DISOLUCIÓN DIRECTA” de sus sales de calcio. En M4 el “TERCIO CERVICAL” y el TERCIO OCLUSAL tuvieron resistencia conservada a esta prueba de desmineralización, a pesar de una fisura pre existente del esmalte dental ubicada en su superficies, porque CONSERVARON la translucidez inicial del mineral (ºT. i. = 3, º T. f. = 3). Sin embargo un sector del TERCIO MEDIO localizado sobre la misma fisura pre existente o laminilla del esmalte y ubicado dentro del círculo rojo en la fotografía, resultó con resistencia disminuida, a esta desmineralización, ya que esta ZONA PERDIO translucidez después de la experimentación ( º T. i. = 3, º T. f.= 1 ). Esta opacidad macroscópica o pérdida moderada de translucidez e inducida en el laboratorio apareció, luego de un CORTO SECADO y tenía una forma circular y un grado de severidad moderada. No se observó, ni con un LARGO SECADO, otra PERDIDA de TRASLUCIDEZ; fue necesario utilizar un lente magnificador 3X para estas observaciones.

Anexo 11. Resultado macroscópico realizado con luz natural del estudio *in vitro* de la resistencia del esmalte dental del tercio cervical frente a la disolución directa.

Muestra cinco

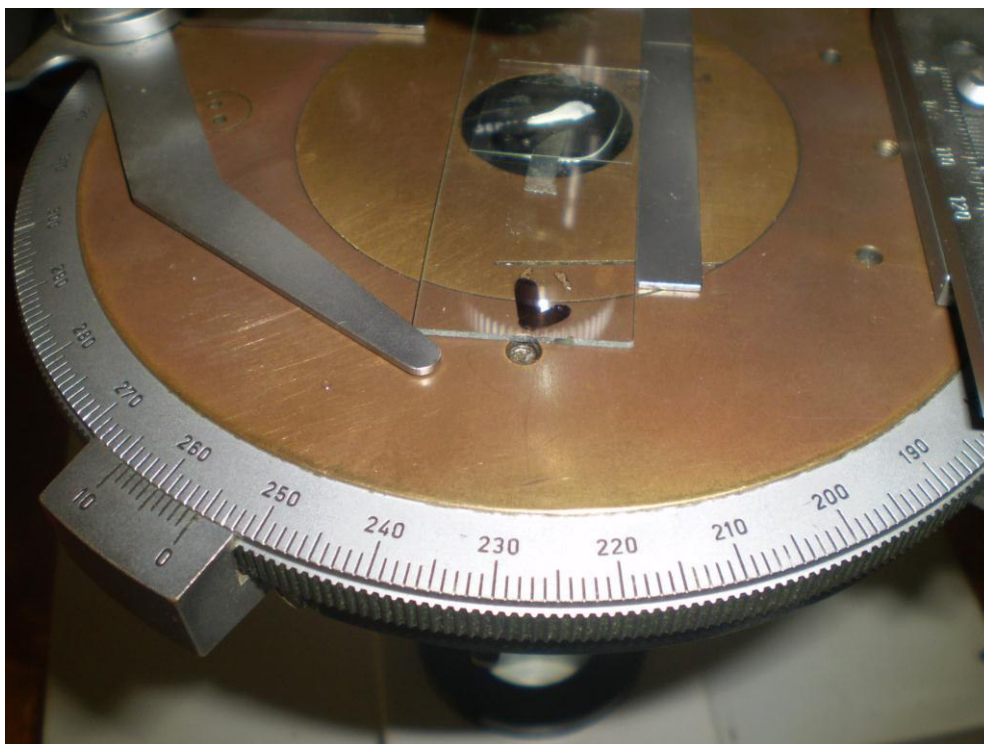


Fotografía del EXAMEN OPTICO MACROSCOPICO del “GRADO DE TRASLUCIDEZ FINAL del esmalte dental” (º T. f.) correspondiente la cara vestibular de la corona de la pieza 4,4 llamada muestra cinco o M5 con los espacios intercristalinos o poros llenos de aire, después de una PRUEBA IN VITRO DE DISOLUCIÓN DIRECTA de sus sales de calcio. Se comprobó, después de un LARGO SECADO de esta muestra, que EL TERCIO CERVICAL, EL TERCIO MEDIO Y EL TERCIO OCLUSAL presentaron RESISTENCIA CONSERVADA a esta prueba de desmineralización porque CONSERVARON su translucidez inicial. (º T. i. = 3, º T. f. = 3).

Anexo 12. Preparación de la sección delgada para su estudio en el microscopio de polarización.



Sección delgada de muestra M1 en la platina del microscopio de polarización





Anexo 13. Bálsamo de Canadá en el horno microondas para su calentamiento.  
Previo al montaje.



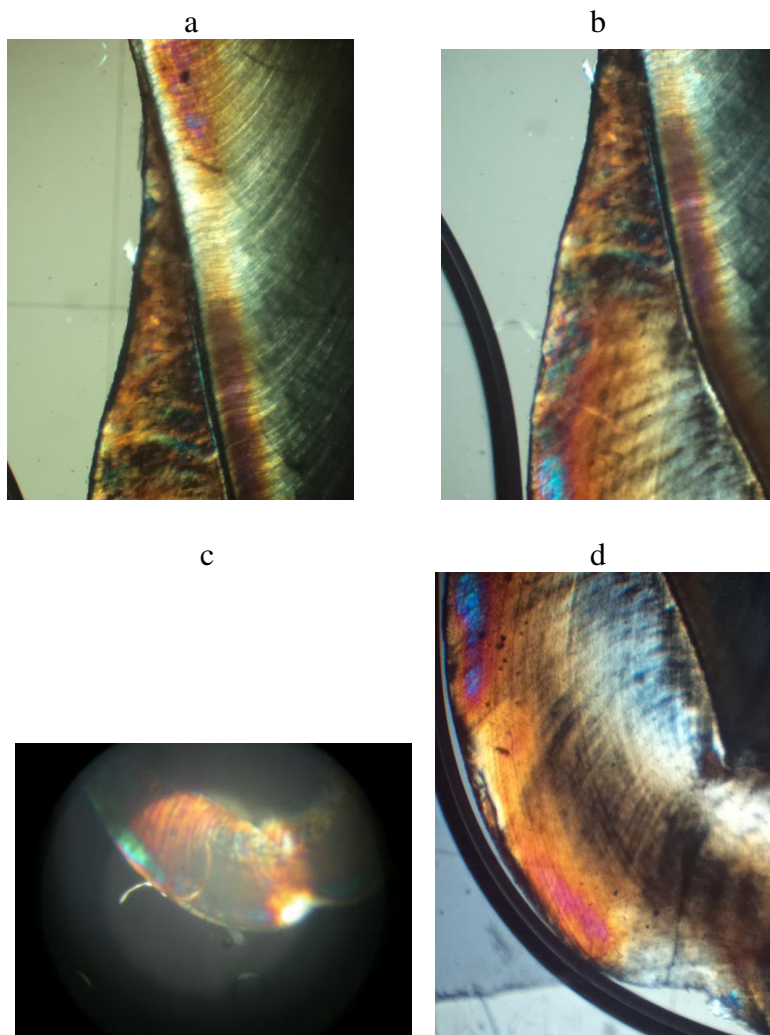
Anexo 14. Muestra M7 en bálsamo de Canadá.





## Anexo 15: Resultados microscópicos

## MUESTRA M1



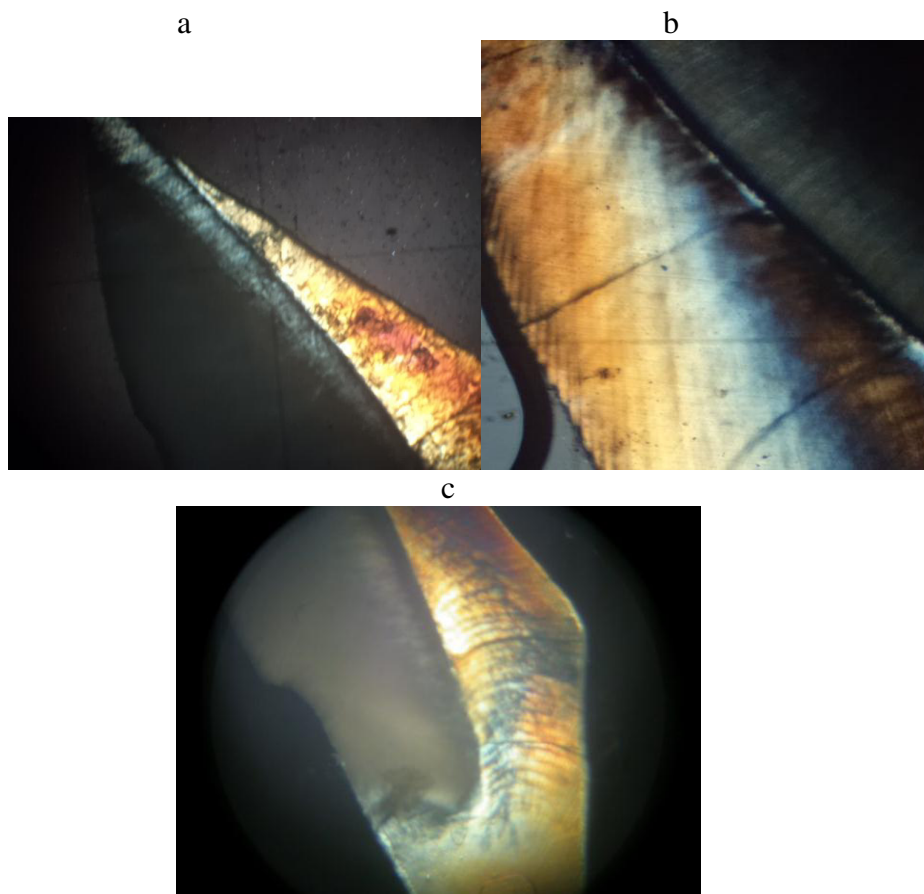
## EVALUCION MICROSCOPICA DE LA POROSIDAD FINAL DE LAS TRES REGIONES DEL ESMALTE DENTAL

Fotografías del examen óptico microscópico del esmalte dental de la cara distal de la corona de la pieza 2.5, después de un ensayo *in vitro* de disolución directa de sus sales de calcio.

La muestra fue examinada por tercios en el microscopio de polarización. Varios colores de interferencia sugieren que la sección delgada no es homogénea. a) Tercio Cervical en bálsamo de Canadá. Sin incremento de la porosidad zona intacta o sana. Porosidad grado I. Volumen de poro menor a 1%. b) Zona superior del Tercio Cervical más zona inferior del Tercio Medio en bálsamo de Canadá. Porosidad grado I. c) Zona superior del Tercio Medio más zona inferior del tercio oclusal porosidad grado III lleno de aire, aquí durante el examen en seco y con los nicols cruzados se encontró entre el tercio oclusal y el tercio medio la extinción de los colores de interferencia compatible con una pérdida de mineral. Volumen de poro de 2 a 4% que corresponde a la porosidad de la zona oscura cuando es inhibida por quinolina. d) La misma Zona anterior examinada con los poros lleno de bálsamo de Canadá.

## Anexo 16: Resultados Microscópicos

### MUESTRA M2



#### EVALUCION MICROSCOPICA DE LA POROSIDAD FINAL DE LAS TRES REGIONES DEL ESMALTE DENTAL

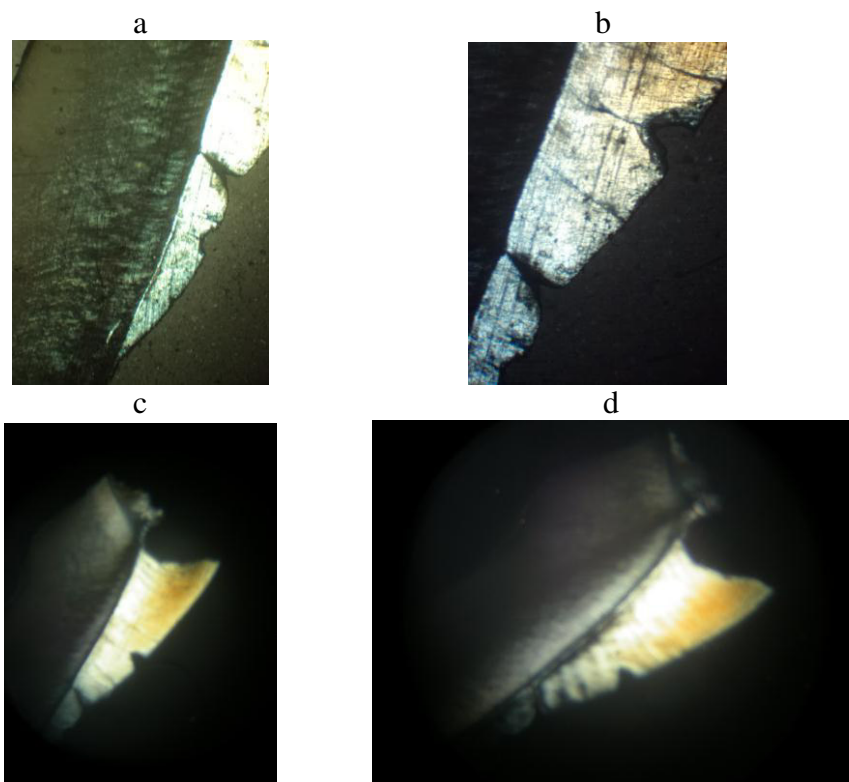
Fotografía del examen óptico microscópico del esmalte dental de la cara mesial de la corona de la pieza 1.4 después de un ensayo *in vitro* de disolución directa de sus sales de calcio.

La muestra fue examinada por tercios en el microscopio de polarización. Pocos colores de interferencia sugieren que esta sección delgada es más homogénea.

Si (a) y (b) transmite mejor la luz, entonces la birrefringencia mineral en estos sectores se conserva porosidad grado I. Sin embargo en (c) la pérdida de birrefringencia es debido a que en esta zona hay ahora menos mineral birrefringente y mayor porosidad (grado IV) de tal modo que la luz ya no se transmite sino se refleja o se absorbe.

## Anexo 17: Resultados microscópicos

### MUESTRA M3



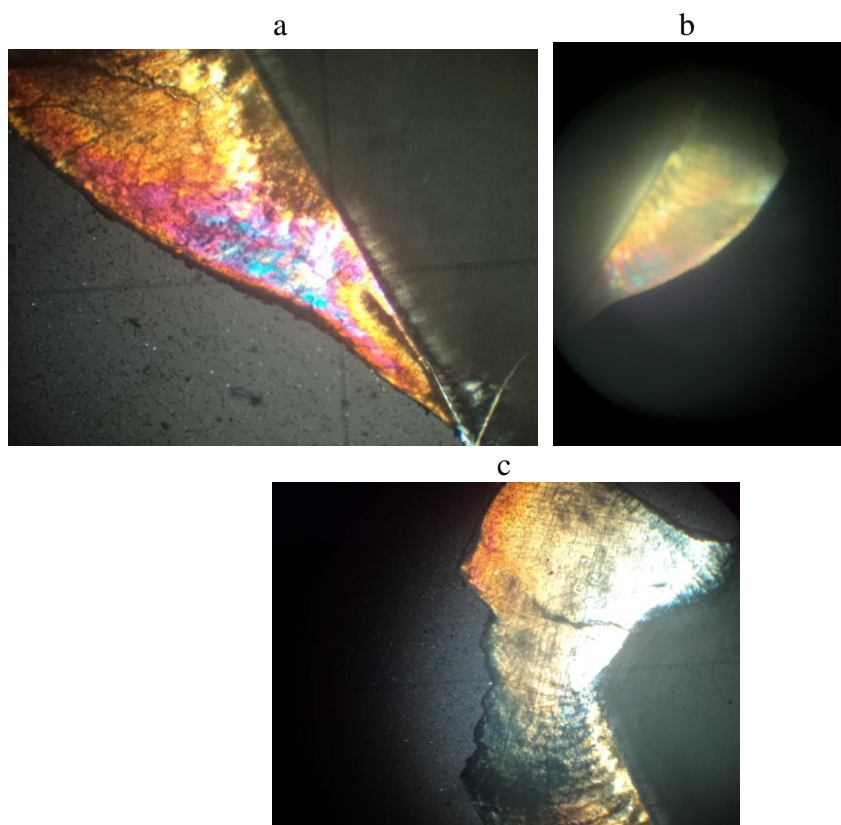
#### EVALUACION MICROSCOPICA DE LA POROSIDAD FINAL DE LAS TRES REGIONES DEL ESMALTE DENTAL

Fotografía del examen óptico microscópico del esmalte dental de la cara lingual de la pieza No 3,4, después de un ensayo *in vitro* de disolución directa de sus sales de calcio. La muestra fue examinada por tercios en el microscopio de polarización. Sección delgada heterogénea (a) tercio cervical en seco. (b) tercio medio en seco. (c) tercio oclusal en agua destilada y (d) tercio oclusal en bálsamo de Canadá.

Macroscópicamente presento desmineralización parcial del tercio oclusal. Con los poros llenos de agua (c) Se observó, cerca del lugar de la lesión macroscópica una pequeña extinción del color amarillo o de interferencia. Al tratar la misma sección delgada con bálsamo de Canadá (d) y al compararla con (c) Se observó que el bálsamo de Canadá penetra en una zona porosa devolviendo el color de interferencia amarillo en ese lugar. Por lo tanto se dedujo que existió en ese sector del tercio oclusal pérdida de sustancia mineral que originó cambio en las propiedades ópticas y permitió el ingreso del bálsamo de Canadá hacia su interior (porosidad grado III).

## Anexo 18. Resultados microscópicos

### MUESTRA M4



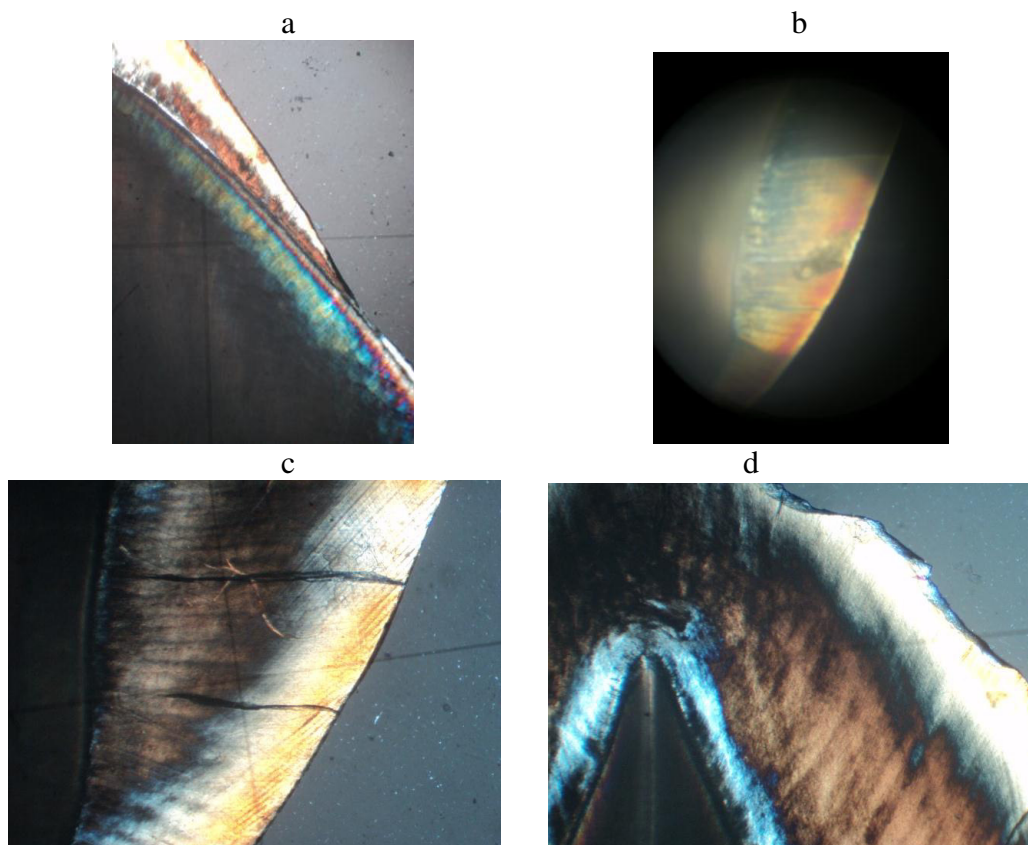
### EVALUCIÓN MICROSCOPICA DE LA POROSIDAD FINAL DE LAS TRES REGIONES DEL ESMALTE DENTAL

Fotografías del examen óptico microscópico del esmalte dental de la cara distal de la pieza 3,4, después de un ensayo *in vitro* de disolución directa de sus sales de calcio.

La muestra fue examinada por tercios en el microscopio de polarización. a) Tercio cervical presentó, después de la prueba de resistencia a la disolución, un grado de porosidad normal (grado I) de tal modo que permitió que observemos el fenómeno de la birrefringencia de un esmalte dental sano (aprismático). b) Muestra falta de birrefringencia, por extracción de mineral que la llevó a un incremento de su porosidad (grado III) c) Tercio oclusal en seco (grado de porosidad I).

## Anexo 19. Resultados microscópicos

### MUESTRA M5



### EVALUCION MICROSCOPICA DE LA POROSIDAD FINAL DE LAS TRES REGIONES DEL ESMALTE DENTAL

Fotografía del examen óptico microscópico del esmalte dental de la cara vestibular de la pieza 4,4, después de un ensayo *in vitro* de disolución directa de sus sales de calcio.

La muestra fue examinada por tercios en el microscopio de polarización. a) Tercio cervical en bálsamo de Canadá. b) y c) Tercio medio en agua destilada y en bálsamo de Canadá respectivamente d) Tercio oclusal en bálsamo de Canadá.

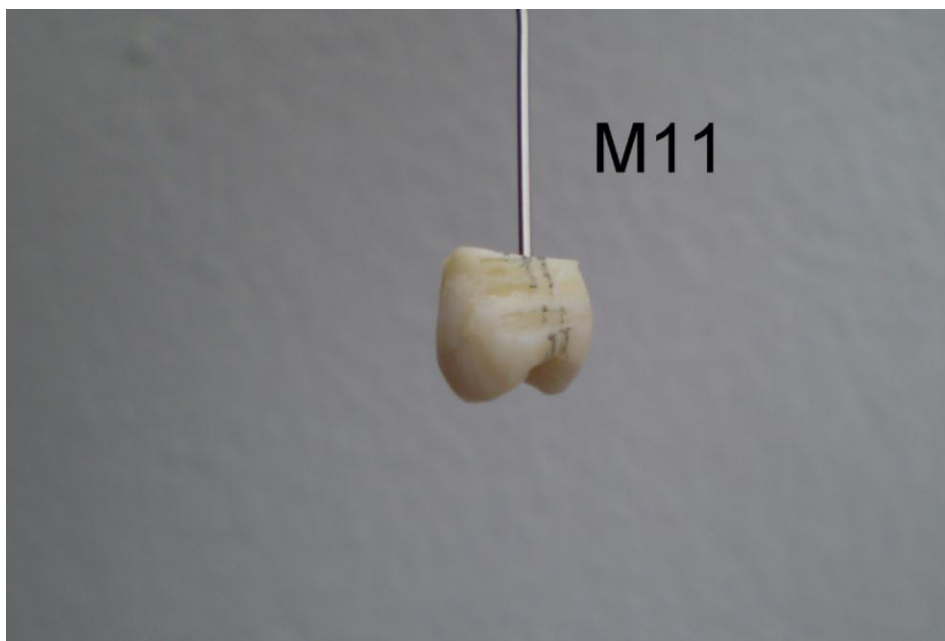
Después de la prueba de resistencia a la disolución directa macro y microscópicamente no hubo pérdida de la translucidez en ninguno de los tres sectores del esmalte dental.

Por lo tanto no hubo incremento de la porosidad. Porosidad grado I. Volumen de poro menor al 1%.



Anexo 20: Resultado macroscópico. Resistencia al grabado ácido del esmalte dental

MUESTRA 11



**FOTOGRAFÍA** de la cara **MESIAL** de la corona de la pieza 1,4 mostrando dos surcos horizontales que se hicieron para dividir en tres tercios el esmalte. Además se observa la marca con lápiz de la dirección del corte por donde se extrajo posteriormente una sección delgada de la muestra para su **PRUEBA EN EL MICROSCOPIO DE POLARIZACIÓN**. La preparación de los surcos y la marca de la dirección del corte de la muestra se hicieron después del grabado ácido de los tres tercios de la corona. Del **EXAMEN OPTICO MACROSCÓPICO** realizado a esta muestra se puede deducir que el **TERCIO CERVICAL** bajó su translucidez. El **TERCIO MEDIO** de esta muestra sería **MÁS RESISTENTE** al grabado ácido que su **TERCIO OCLUSAL** debido a que el Tercio Medio solo perdió un (1) grado de translucidez después del grabado ácido mientras que el **TERCIO OCLUSAL** perdió dos (2) grados de translucidez después del grabado ácido; el grabado ácido eliminó el brillo del esmalte dental.

## Anexo 21: Resultado macroscópico resistencia al grabado ácido del esmalte dental

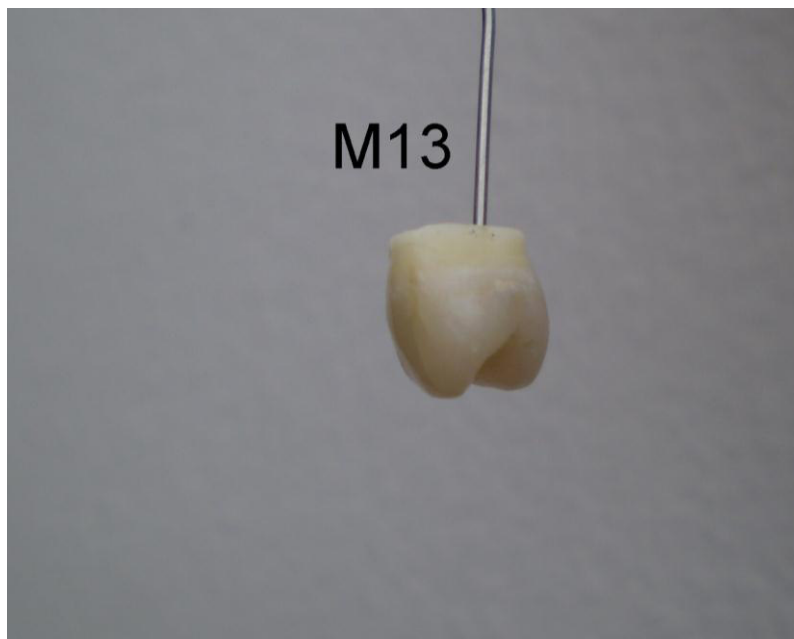
Muestra M12



**FOTOGRAFÍA** de la pieza 1,4, después de una **PRUEBA IN VITRO DE RESISTENCIA AL GRABADO ACIDO**, donde se aprecia la cara vestibular de su corona con dos surcos horizontales realizados sobre ella, con una fresa larga de alta velocidad, para separar los tres tercios del esmalte dental; en lápiz la unión esmalte cemento. El resultado del **Examen Óptico Macroscópico**, que se realizó antes de separar los tercios, indicó que el **TERCIO CERVICAL** mejoró su translucidez, el **TERCIO MEDIO** conservó el mismo grado de translucidez que presentaba antes de la **Prueba de Resistencia al Grabado Acido** y el **TERCIO OCLUSAL** presentó disminución de la translucidez. Se deduce entonces que para esta muestra la **RESISTENCIA AL GRABADO ACIDO** de las sales de calcio del esmalte disminuye en sentido cérvico-oclusal debido a que el **TERCIO CERVICAL** fue **MUY RESISTENTE** al grabado ácido porque mejoró su translucidez, el **TERCIO MEDIO** presentó **POCA RESISTENCIA** porque conservó su translucidez inicial y el **TERCIO OCLUSAL** fue el único sector que presentó una pérdida de translucidez.

## Anexo 22: Resultado macroscópico resistencia al grabado acido del esmalte dental

Muestra M13



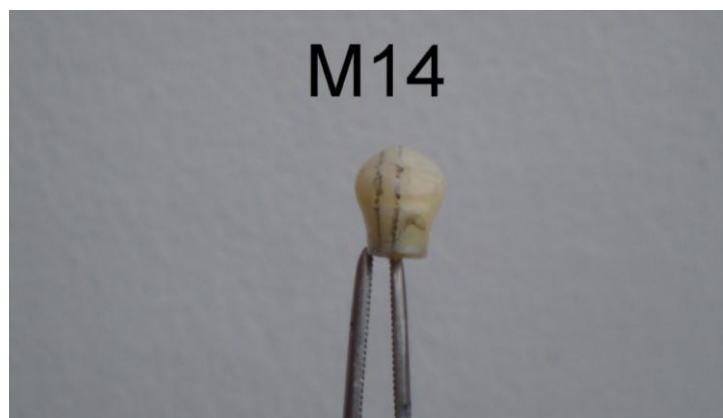
Fotografía del **EXAMEN OPTICO MACROSCOPICO** del esmalte dental, de la cara distal de la corona y del cuello de la pieza 2,4 con los espacios intercristalinos llenos de aire, después de una **PRUEBA IN VITRO DE RESISTENCIA AL GRABADO ACIDO**. El grabado ácido, que cortó el brillo de las tres zonas del esmalte, incluyó la superficie externa de una **MANCHA BLANCA NATURAL SEVERA PRE EXISTENTE** de forma rectangular ubicada en la zona del **TERCIO MEDIO** de la muestra y que se observa en la imagen como una opacidad severa grande localizada a 1.5 milímetros de distancia aproximada del cemento dental.

Los resultados, de los **exámenes ópticos macroscópicos** del esmalte dental, realizados con los espacios intercristalinos llenos de agua y con los espacios intercristalinos llenos de aire, indicaron que después de la **Prueba In Vitro de Resistencia al Grabado Acido** de la superficie más externa de la muestra, El **TERCIO CERVICAL**, el **TERCIO MEDIO** y el **TERCIO OCLUSAL** presentaron POCA RESISTENCIA al grabado ácido.



Anexo 23: Resultado macroscópico resistencia al grabado ácido del esmalte dental

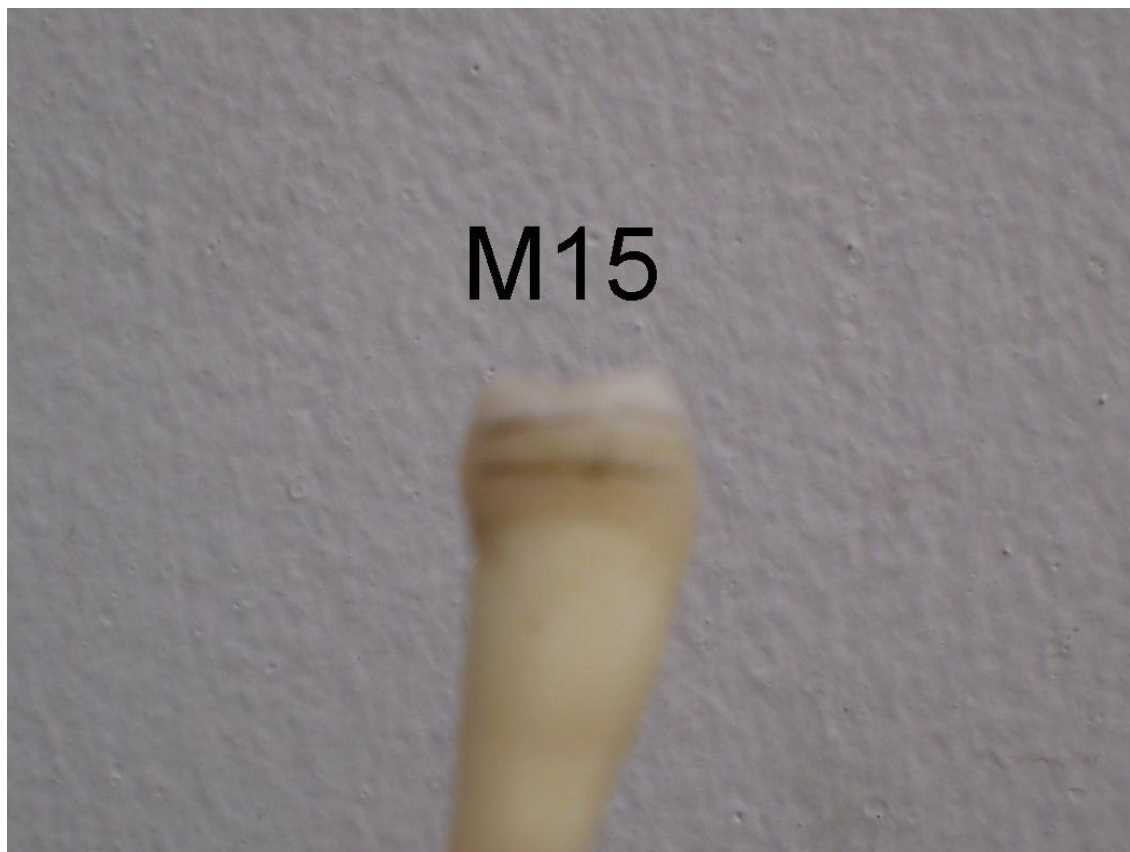
Muestra M14



**FOTOGRAFÍA** de la cara **VESTIBULAR** de la pieza 3,4 mostrando la marca con lápiz de la dirección del corte de la corona para su **PRUEBA EN EL MICROSCOPIO DE POLARIZACIÓN**. Después de la **PRUEBA IN VITRO DE RESISTENCIA AL GRABADO ACIDO** se realizaron dos surcos horizontales con una fresa larga de alta velocidad para dividir la corona en tres tercios iguales de 3 milímetros de longitud cada una y luego se procedió al retiro de la raíz de la pieza dental. Los resultados, de los **EXÁMENES OPTICOS MACROSCÓPICOS** del esmalte dental de esta muestra, realizados con los espacios intercristalinos llenos de agua y con los espacios intercristalinos llenos de aire, indicaron que después de una **PRUEBA IN VITRO DE RESISTENCIA AL GRABADO ACIDO** de la superficie más externa de la muestra, el **TERCIO CERVICAL**, el **TERCIO MEDIO** y el **TERCIO OCLUSAL** presentaron **POCA RESISTENCIA** al grabado ácido.

Anexo 24: Resultado macroscópico resistencia al grabado ácido del esmalte dental

MUESTRA M15

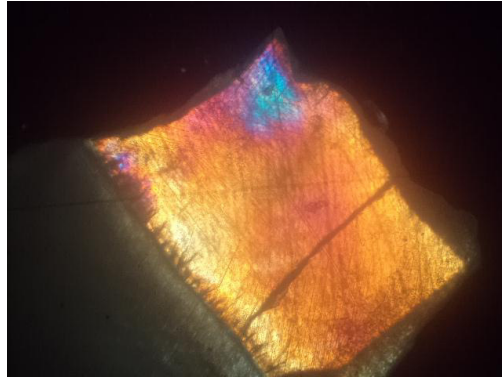


**FOTOGRAFÍA** de la cara **MESIAL** de la corona, cuello y parte de la raíz de la pieza 3,5. Dos marcas en la corona separan aproximadamente en tres partes iguales la superficie dental. Estas marcas presentaban una separación aproximada de 1.63 milímetros y se colocaron después de una **PRUEBA IN VITRO DE RESISTENCIA AL GRABADO ACIDO**. El resultado del **EXAMEN OPTICO MACROSCÓPICO** indicó que el Tercio Cervical conservó la translucidez y los otros dos tercios restantes perdieron un grado de translucidez cada uno. Los Tercios del esmalte dental y la raíz de la muestra se separaron con una fresa de alta velocidad.

Anexo 25: Resultado microscópico.

Muestra con grabado ácido en bálamo de Canadá.

#### MUESTRA M11



Evaluación microscópica de la porosidad final.

Fotografía del examen óptico microscópico del esmalte dental de la cara mesial de la pieza número 1,4, después del grabado ácido *in vitro*.

Nota: Se observa solamente el tercio cervical, el tercio medio y el tercio oclusal se perdieron durante el desgaste y el corte de la muestra respectivamente.

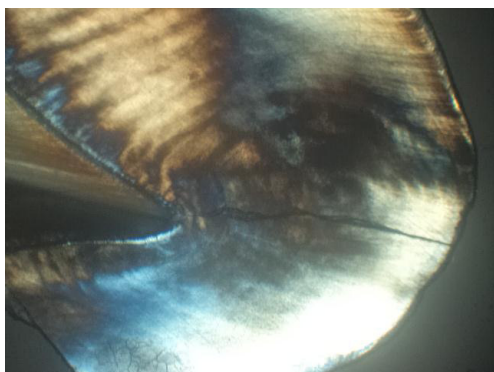
Se observa también que la superficie externa del esmalte dental ha perdido mineral y por lo tanto birrefringencia, debido al grabado ácido.

Anexo 26: Resultado microscópico.

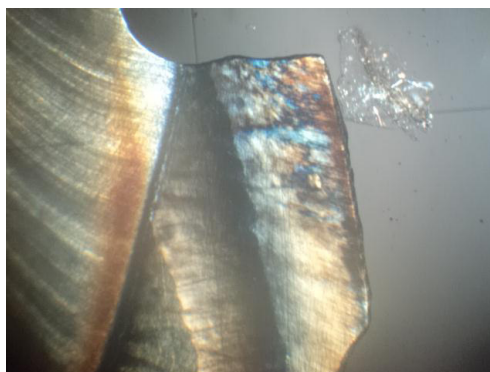
Muestra con grabado acido en bálsamo de Canadá

### MUESTRA M12

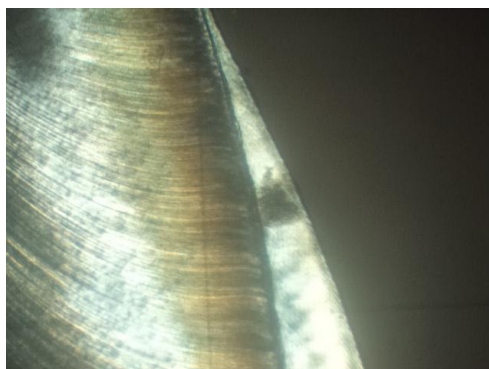
#### TERCIO OCLUSAL



#### TERCIO MEDIO



#### TERCIO CERVICAL



Evaluación microscópica de la porosidad final de las tres regiones del esmalte dental.

Fotografía del examen óptico microscópico del esmalte dental de la cara vestibular de la pieza número 1,4, después del grabado ácido *in vitro*.

La muestra fue examinada por tercios en el microscopio de polarización. Varios colores de interferencia sugieren que la sección delgada no es homogénea.

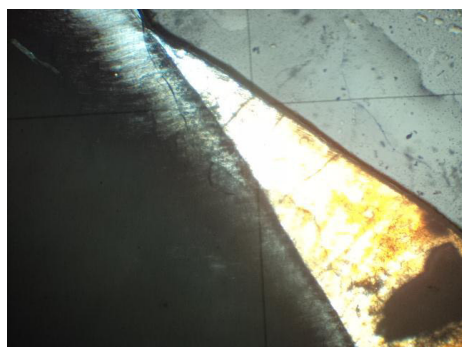
- a) Tercio oclusal
- b) Tercio Medio
- c) Tercio Cervical

En el tercio medio se observa un surco artificial producido accidentalmente durante el desgaste de la muestra.

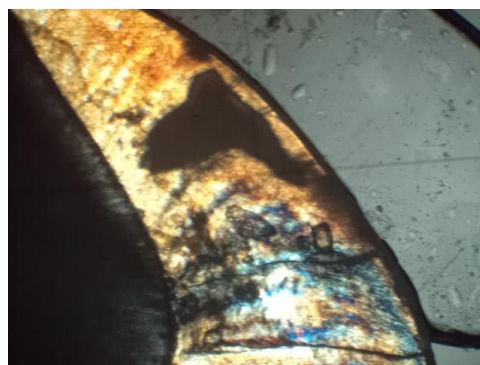
## Anexo 27. Resultado microscópico muestra con grabado ácido.

### M13 ESTADO HUMEDO

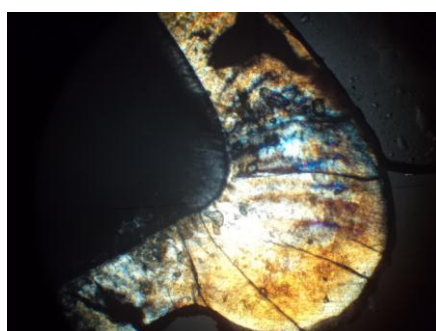
M13 Húmedo Tercio Cervical



M13 Húmedo Tercio Medio



M13 Húmedo Tercio Oclusal



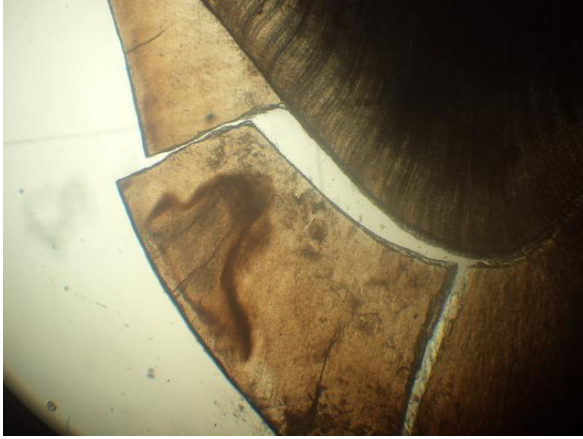
Fotografías del examen óptico microscópico del esmalte dental de la cara distal de la pieza N° 2,4 después del grabado ácido *in vitro*. En el tercio Medio se observa pérdida de birrefringencia compatible con pérdida de mineral producida naturalmente. Se observa que la disolución del esmalte dental es de la sub-superficie. Quedando una capa superficial intacta donde se realizó el grabado ácido.

Macroscópicamente como podemos observar que este tercio horizontal presentó un grado de translucidez inicial igual a cero.

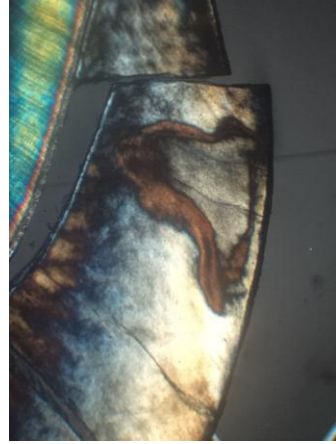
Se puede observar que el grabado ácido provoca erosión de la superficie externa del esmalte dental sin mostrar gran diferencia en su espesor, en los tres tercios.

## M13 EN BALSAMO DE CANADA

a



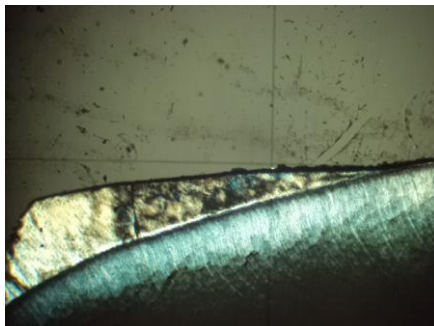
b



a) Fotografía de la lesión de mancha blanca aclarada en bálsamo de Canadá observada con un solo Nicol. b) La misma muestra anterior con los Nícoles cruzados donde permite apreciar las partes de la lesión adamantina sin cavidad: Zona intacta, cuerpo de la lesión, zona oscura y zona traslucida. El grabado ácido erosionó la superficie más externa sin mostrar mucha diferencia en su grosor en cada uno de los tercios.

Anexo 28: Resultado microscópico de muestra M14 en agua después del grabado ácido *in vitro*

M14 Húmedo Tercio Cervical.



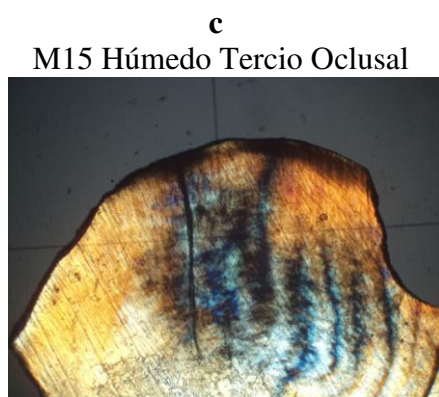
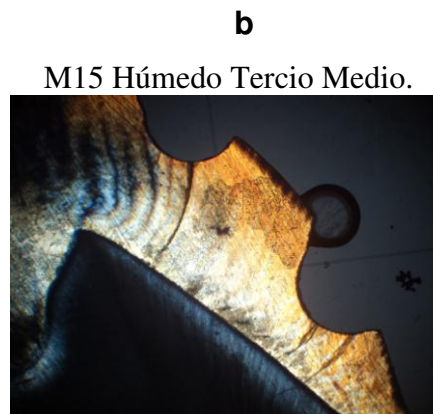
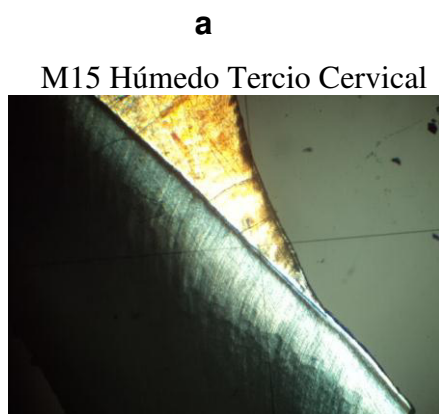
Fotografía del examen óptico microscópico del esmalte dental de la cara vestibular de la pieza N° 3,4., después de grabado ácido *in vitro*.

El tercio oclusal y el tercio medio sufrieron fractura y pérdida de la muestra.

La muestra fue examinada en el microscopio de polarización. Para observar el efecto del grabado ácido sobre la superficie más externa de esmalte dental. Se puede observar que hubo pérdida de birrefringencia en la superficie.



Anexo 29. Resultado microscópico de la muestra M15 en agua después del grabado ácido *in vitro*



Fotografías del examen óptico microscópico del esmalte dental de la cara mesial de la pieza 3,5, después del grabado ácido.

La muestra fue examinada por tercios en el microscopio de polarización. Varios colores de interferencia sugieren que la sección delgada no es homogénea.

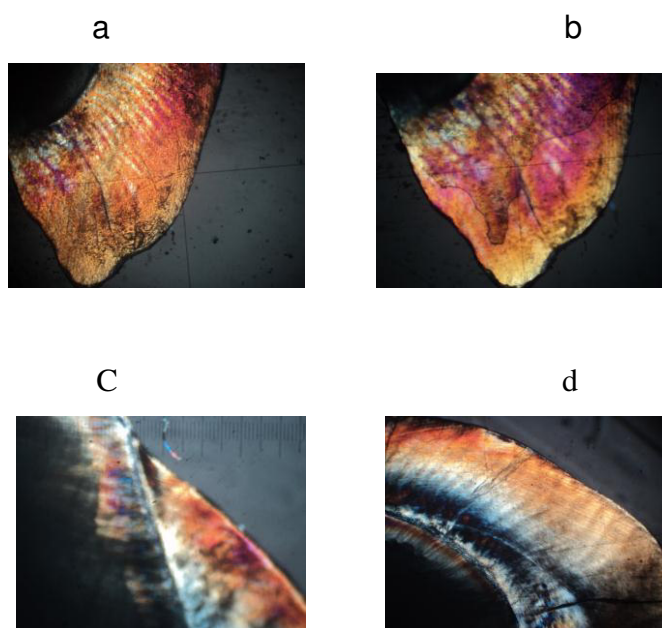
a) Tercio cervical b) Tercio medio y c) Tercio oclusal.

En la superficie más externa de cada tercio se puede apreciar la pérdida de birrefringencia del esmalte dental debido al grabado ácido o erosión del mineral.



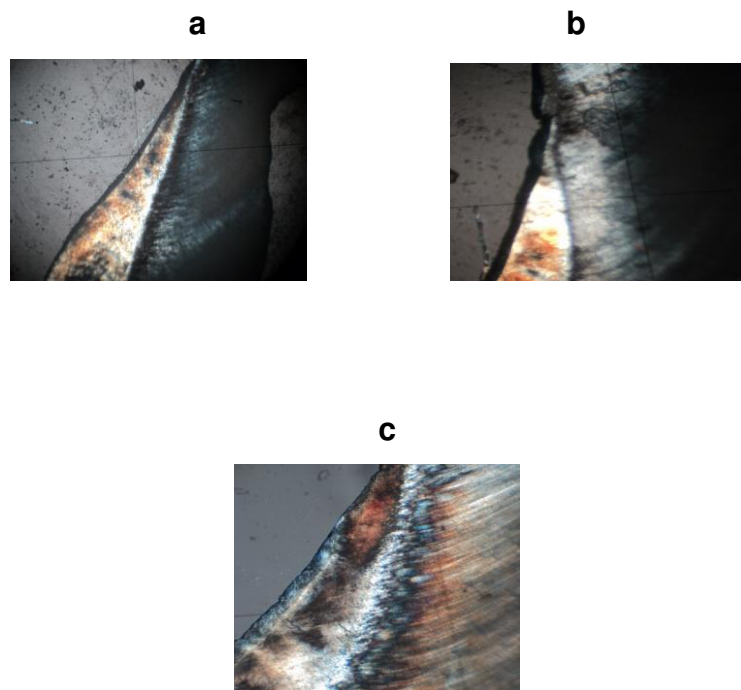
### Anexo 30. Grupo control (muestras M6, M7, M8, M9 y M10)

Las muestras de nuestro grupo control está formado por dientes con esmalte dental desmineralizados naturalmente por lo tanto no controla sino demuestra microscópicamente, la pérdida de mineral, encontrados en el examen óptico macroscópico. La muestra M6 tuvo el mejor grado de translucidez en el tercio cervical y el tercio medio.



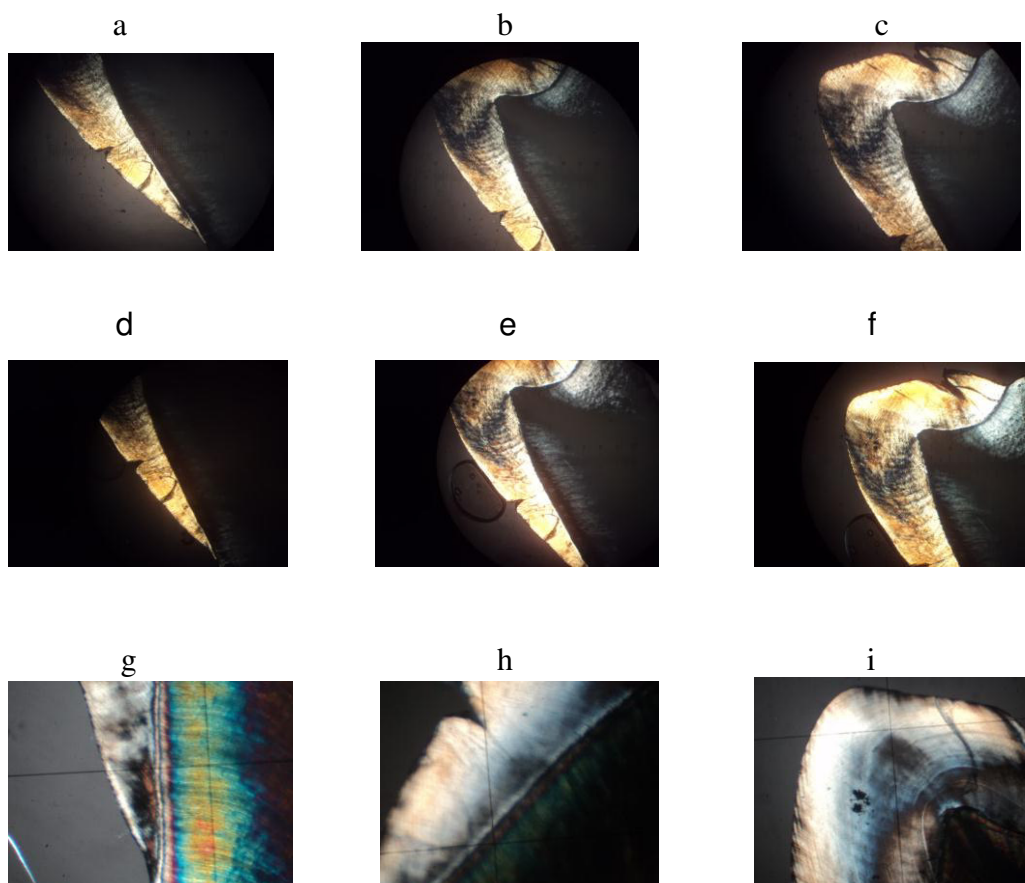
- a) Muestra M6 en seco mostrando leves y moderadas áreas porosas en su tercio oclusal
- b) La misma muestra en Agua vista desde su tercio oclusal.
- c) y d) Muestra M6 en bálsamo de Canadá mostrando pérdida de birrefringencia.

Anexo 31. Resultado microscópico de la muestra M7 desmineralizada naturalmente.



- a) Muestra M7 en seco mostrando pequeñas opacidades en su tercio cervical.
- b) La misma muestra en agua.
- c) Muestra M7 en bálsamo de Canadá; se observa el esmalte aprismático en la superficie externa.

Anexo 32. Resultado microscópico de la muestra M8 desmineralizada naturalmente.



a), b) y c) Muestra M8 en seco, mostrando pérdida de birrefringencia moderada, localizada en su tercios oclusal y pérdida de birrefringencia leve en el tercio medio y cervical.

d), e) y f) muestra M8 con los poros llenos de agua destilada.

g), h) e i) muestra M8 en bálsamo de Canadá. Obsérvese el aclaramiento de las zonas porosas.

Lima, 22 de Septiembre de 2010

Señora Magíster  
ANA MARÍA DÍAZ SORIANO  
Asesora.  
Presente.-

De mi consideración:

Me dirijo a Ud. con la finalidad de saludarla y a su vez hacer de su conocimiento que las soluciones químicas preparadas para el proceso de Tesis: "RESISTENCIA DEL ESMALTE DENTAL DEL TERCIO CERVICAL FRENTE A LA DISOLUCIÓN DIRECTA, ESTUDIO EN VITRO" presentada por el Bachiller en Odontología Santiago Alfonso, RUIZ VERANO para optar el Grado de Magíster en Estomatología, la misma que se inicio su preparación en Setiembre del 2008 y se ha culminado su preparación y evaluación en Marzo del 2010, pero se ha continuado con el seguimiento de control de pH; a fin de que el proceso se lleve en forma correcta.

La solución que indicaba el proyecto se realizo utilizando reactivos del mercado, sin embargo durante la preparación de la misma se pensó en preparar una solución similar a la del mercado a fin de no tener que depender de dichos productos, así mismo si los resultados eran óptimos esto nos permitiría mas adelante patentarlo.

Así mismo debo indicar que por estos motivos se ha realizado un cambio en las soluciones indicadas en el proyecto como:

- Salival fluorado a pH 7 a 38°C por una Solución Inorgánica – Orgánica neutra pH 7 a 38°C
- Solución cariogénica conteniendo calcio, fosfatos y fluor a pH 5 por una Solución Inorgánica – Orgánica pH 5

Las mismas que presentan mayor estabilidad en referencia a los pH preparados, pero que se continuaran evaluando.

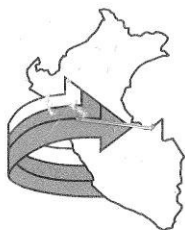
Sin embargo debo indicar que estas muestras contienen las concentraciones de calcio, fosfatos y fluor como se indica en el proyecto.

Esta solución se ha preparado en los laboratorios de Química Cuántica y Nuevos Materiales del Departamento de Fisicoquímica de la Facultad de Química e Ing. Química de la UNMSM y ha sido preparado por el Bachiller en Química Aldo, GUZMAN DEXTRE de la FQIQ de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, egresado de la Maestría y Doctorado de Química, con la colaboración del bachiller en odontología Santiago Afonso Ruiz Verano.

Sin otro particular y agradeciendo por anticipado la atención que preste a la presente, aprovecho la oportunidad para quedar de Ud.

Atentamente.

  
Diego Jesús Delmas Robles  
PROF. QUIM. ANALITICA U.N.M.S.M.  
DPTO. QUIMICA  
C.Q.P. - 201



# ENVIROLAB PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Perú S.A.C.

## INFORME DE ENSAYO

N° 907185

**Solicitante:** RUIZ VERANO SANTIAGO ALFONSO  
**Domicilio Legal:** Av. San Juan N° 1025 Int. 201  
San Juan de Miraflores  
**Tipo de Muestra:** Solución  
**Plan de Muestreo:** ---  
**Solicitud de Análisis:** JUL-185  
**Procedencia de la Muestra:** ---  
**Fecha de Ingreso:** 2009-07-14  
**Código ENVIROLAB PERU:** 907185  
**Referencia:** Cadena de Custodia de fecha: 14-Jul-2009

Código de Lab.:		Fecha de Muestreo:		2009-07-13		
Análisis		Descripción:		M-1		
Análisis	Método de Referencia	Límite de Cuantificación (a)	Resultado	Incertidumbre (±)	Unidad	Fecha de Análisis
Fluoruros	EPA 340.2	0.01	0.0028	0.0002	mmoles/L	2009-07-16
Fosfato	EPA 365.3	0.007	2.027	0.111	mmoles/L	2009-07-14
Calcio Total	EPA 200.7	0.006	0.304	0.029	mmoles/L	2009-07-16

\*\*\*

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura  $k = 2$  para un nivel de confianza aproximado del 95%.

Condición y Estado de la Muestra Ensayada:

La muestra llegó a temperatura ambiente al Laboratorio.

**Nota:** M-1: Solución Orgánica e Inorgánica con fluor para esmalte dental in vitro (Sistema de caries artificial).

(a) Límite de cuantificación expresado en mg/L.

**Fluoruros:** EPA 340.2 "Fluoride (Potenciometric, Ion Selective Electrode)".

Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes. Revised March 1983.

**Fosfato:** EPA 365.3 "Phosphorus, All Forms (Colorimetric, Ascorbic Acid, Two Reagent)".

Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes. Revised March 1983.

**Metales:** EPA 200.7 "Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectrometry"

Rev. 4.4 May 1994

LUIS BUENO CARBAJAL

Gerente General

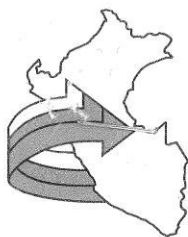
C.I.P. N° 6618

Lima, Perú,

2009-07-23

**Nota:** -Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

-Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.



# ENVIROLAB PERU S.A.C.

Environmental Laboratories Perú S.A.C.

## INFORME DE ENSAYO

N° 907185

**Solicitante:** RUIZ VERANO SANTIAGO ALFONSO  
**Domicilio Legal:** Av. San Juan N° 1025 Int. 201  
San Juan de Miraflores  
**Tipo de Muestra:** Solución  
**Plan de Muestreo:** ---  
**Solicitud de Análisis:** JUL-185  
**Procedencia de la Muestra:** ----  
**Fecha de Ingreso:** 2009-07-14  
**Código ENVIROLAB PERU:** 907185  
**Referencia:** Cadena de Custodia de fecha: 14-Jul-2009

Código de Lab.:		Fecha de Muestreo:		2009-07-13		
Análisis		Descripción:		M-1		
Análisis	Método de Referencia	Límite de Cuantificación (a)	Resultado	Incertidumbre (±)	Unidad	Fecha de Análisis
Fluoruros	EPA 340.2	0.01	0.0028	0.0002	mmoles/L	2009-07-16
Fosfato	EPA 365.3	0.007	2.027	0.111	mmoles/L	2009-07-14
Calcio Total	EPA 200.7	0.006	0.304	0.029	mmoles/L	2009-07-16

\*\*\*

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura  $k = 2$  para un nivel de confianza aproximado del 95%.

Condición y Estado de la Muestra Ensayada:

La muestra llegó a temperatura ambiente al Laboratorio.

**Nota:** M-1: Solución Orgánica e Inorgánica con fluor para esmalte dental in vitro (Sistema de caries artificial).

(a) Límite de cuantificación expresado en mg/L.

**Fluoruros:** EPA 340.2 "Fluoride (Potentiometric, Ion Selective Electrode)".

Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes. Revised March 1983.

**Fosfato:** EPA 365.3 "Phosphorus, All Forms (Colorimetric, Ascorbic Acid, Two Reagent)".

Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes. Revised March 1983.

**Metales:** EPA 200.7 "Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectrometry"

Rev. 4.4 May 1994

LUIS BUENO CARBAJAL

Gerente General

C.I.P. N° 6618

Lima, Perú,

2009-07-23

**Nota:** -Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

-Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.